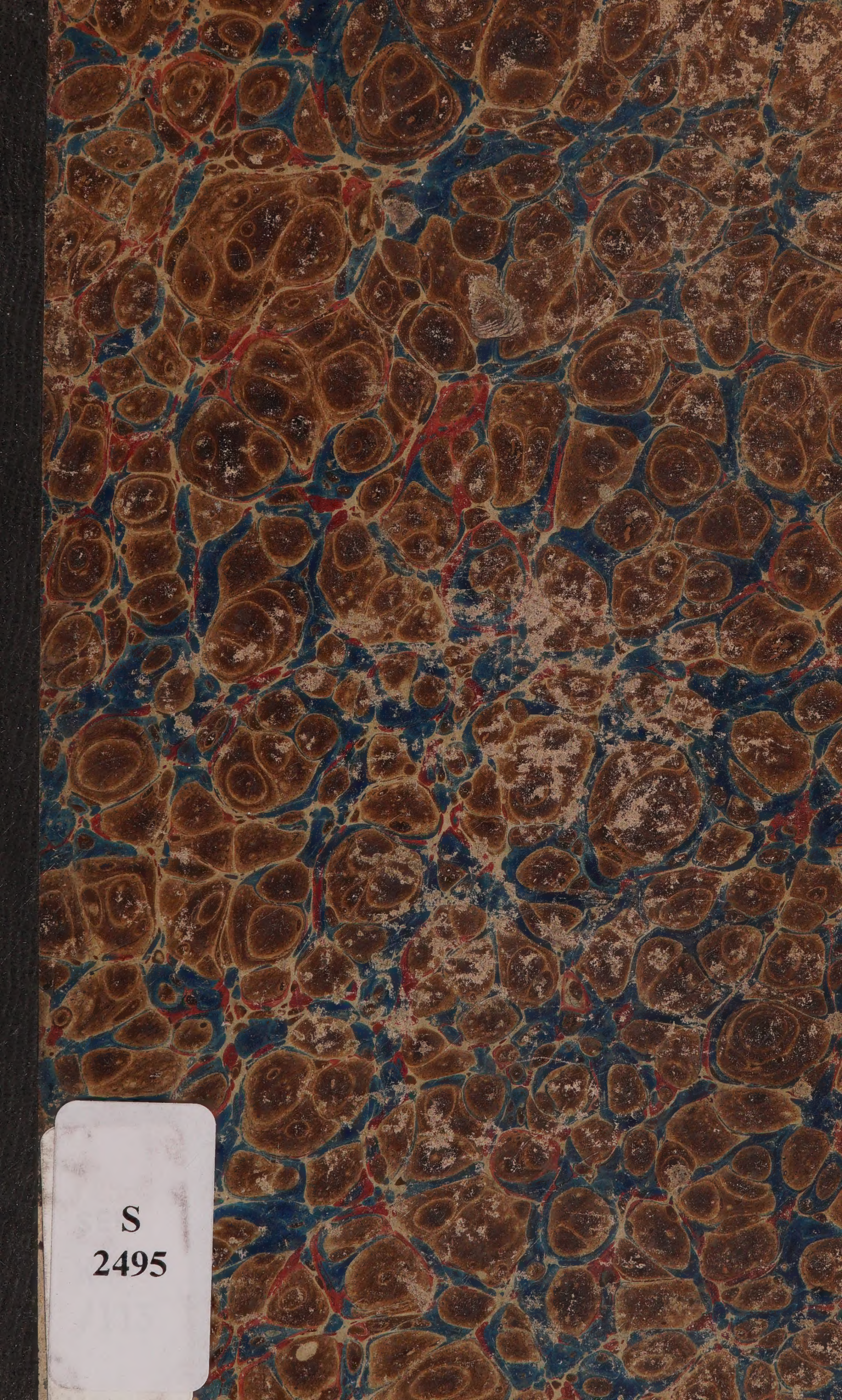
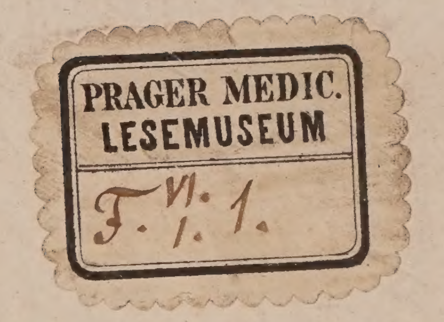
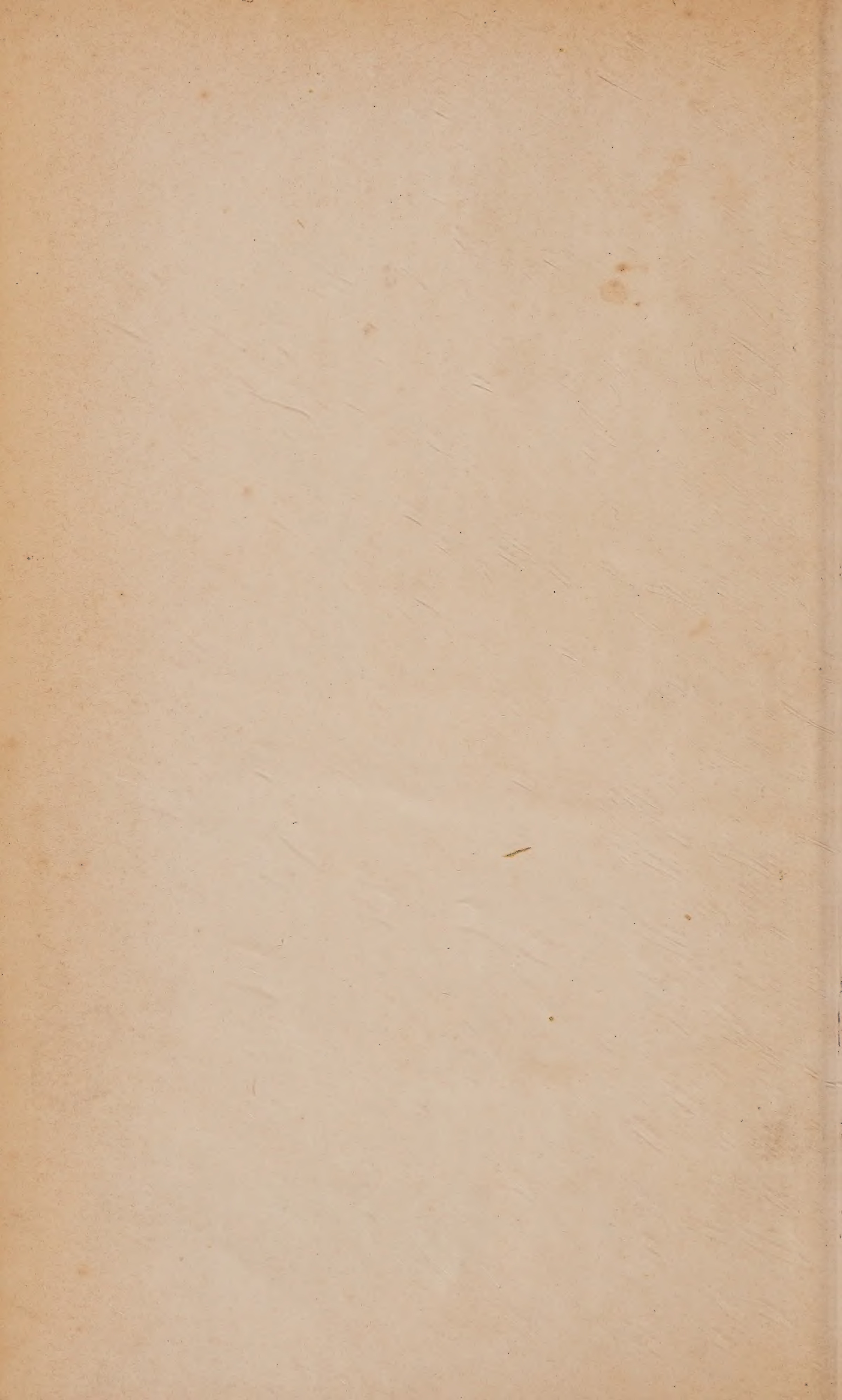



PRAGER MEDIC.
LESEMUSEUM


22900184628



# ZEITSCHRIFT

FÜR

# RATIONELLE MEDICIN.

Redigirt und herausgegeben

von


Dr. **J. HENLE,**
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. **C. v. PFEUFER,**
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.



**Dritte Reihe. XXXIII. Band. 1. Heft.**

Mit 8 Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1868.

# Inhalt des dreiunddreissigsten Bandes.

## Erstes Heft.

## Zweites und drittes Heft.

# Ueber Nervenendigungen in den Geschlechtsorganen.

Von

**W. Bense,** stud. med. in Göttingen.

(Hierzu Tafel I. u. II.)

Wenngleich man schon seit langer Zeit nicht in Zweifel sein konnte, dass, wie in allen anderen Schleimhäuten des menschlichen und thierischen Körpers, so auch in der Schleimhaut der Geschlechtswerkzeuge eine mehr oder minder eigenthümliche Endausbreitung von Nerven sich vorfinde, so herrschte doch über die Art und Weise der Endigung bis in die letzten Decennien hinein ein undurchdringliches Dunkel. Erst nachdem das Mikroskop in die allgemeine Anatomie eingeführt worden und auch den speciell-anatomischen Forschungen ein neues Feld ihrer Wirksamkeit erschlossen hatte, konnte man an den Versuch denken, jenen Schleier zu lüften und in die Art der Endigungsweise der Nerven überhaupt einiges Licht zu bringen. Die Entdeckung verschiedener eigenthümlicher Nervenendorgane an den verschiedensten Stellen des Körpers führte dazu, auch solche in den Schleimhäuten der Geschlechtswerkzeuge zu suchen. Der geschichtliche Gang dieser Forschungen und die Erfolge derselben reduciren sich etwa auf Folgendes:

Die ersten Andeutungen, welche uns über Nervenendorgane an den betreffenden Orten bekannt sind, stammen von L. Fick. In der Glans penis des Menschen will derselbe[1]) „eine den Vater'schen Körperchen vollkommen ähnliche Organisation" gesehen haben, „kleine Körperchen, welche als Ausgangspunkte

[1]) L. Fick, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1845. S. 424.

einzelner Nervenfaden unter der Epidermis in der Fläche des Rete Malpihei eingebettet sind und leicht mit Talgdrüsen verwechselt werden können". Dass es Nervenendorgane waren, welche Fick beobachtete, ist wohl nicht in Abrede zu stellen; gewiss aber hat er keine Vater'schen Körperchen gesehen, denn kein Forscher nach ihm hat bis jetzt am obigen Orte in der Epidermis oder in deren Nähe dieselben wiedergefunden, vielmehr ist mit ziemlicher Gewissheit anzunehmen, dass jene Gebilde nichts Anderes als die erst später aufgefundenen Wollustkörperchen waren und nur aus leicht zu erklärenden Gründen den Vater'schen Körperchen zur Seite gesetzt wurden.

Wirkliche Vater'sche Körperchen wurden zuerst von Nylander in der Glans clitoridis des Schweines entdeckt und von Kölliker[1]) bestätigt, später auch von W. Krause daselbst wiedergefunden und in seinen Anatomischen Untersuchungen[2]) beschrieben. Letzterer sagt darüber an der betreffenden Stelle: „Ich habe dieselben wiedergesehen in der Spitze dieses Organs an der Länge nach verlaufenden, kleinen Nervenstämmchen. Sie zeichnen sich durch eng an einander gelagerte, mit zahlreichen Kernen versehene, unregelmässig angeordnete, äussere Kapseln, sowie durch das häufige Vorkommen zusammengesetzter Körperchen aus, indem mehrere gebogen verlaufende Innenkolben und Terminalfasern von einem einzigen System äusserer Kapseln umschlossen werden. Die Länge derselben beträgt 0,27—0,45 Mm., ihre Breite 0,18—0,225 Mm."

Sodann fand Kölliker in der Glans penis und clitoridis beim Menschen „schwache Andeutungen von Tastkörperchen" und „den Tastkörperchen ähnliche Bildungen". Aus der Beschreibung derselben[3]) geht hervor, dass sie nur mit Tastkörperchen verwechselt wurden, in Wahrheit aber mit den von W. Krause erst später entdeckten sogenannten Endkolben vollkommen identisch waren.

Die Endkolben nun wurden von ihrem Entdecker zuerst in der Conjunctiva bulbi des Kalbes beobachtet und ausführlich beschrieben[4]). Wie an vielen anderen Stellen des menschlichen Körpers fand W. Krause dieselben an der Glans penis und clitoridis. Er schreibt darüber[5]) Folgendes: „Endkolben finden

---

[1]) Kölliker, Mikr. Anatomie II. 2. 1854. S. 458.

[2]) W. Krause, Anatom. Untersuchungen. Hannover 1861. S. 3.

[3]) Kölliker, Mikr. Anatomie. II. 2. 1854. S. 413 u. 458.

[4]) Diese Zeitschrift R. 3. Bd. V. 1859. S. 29. ff. — W. Krause, Die terminalen Körperchen. 1860. S. 112. ff.

[5]) Diese Zeitschrift R. 3. Bd. V. 1859. S. 35.

sich auch in der Glans penis und clitoridis und zeichnen sich hier durch ihre dicke, feste Bindgewebshülle, sowie zuweilen durch ihr Vorkommen tief unterhalb der Papillen im Gewebe der Schleimhaut aus. Die Endkolben messen im Penis durchschnittlich ungefähr 0,044—0,09 Mm., in der Clitoris 0,037—0,073 Mm. im Durchmesser, doch scheinen hier auch ganz grosse vorzukommen. Gewöhnlich sind sie sphärisch oder der Längen- vom Breitendurchmesser doch nur wenig verschieden."

Ausser beim Menschen beobachtete W. Krause die Endkolben noch in der Glans penis und clitoridis des Rindes, in der Glans penis des Igels, und in der Glans clitoridis des Schweines[1]). Die Form ist bei allen diesen Thieren, zum Unterschiede von der mehr kugligen oder ellipsoidischen des Menschen, länglich, cylinderförmig. Beim Schweine finden sie sich noch in der Schleimhaut des Scheideneingangs und in den Uebergangsstellen derselben in die der Clitoris und messen an Länge 0,154 Mm., an Breite 0,044 Mm.[2]).

Ferner erwähnt noch W. Krause eine in der Clitoris des Schweines vorkommende Uebergangsform von Endkolben zu Vater'schen Körperchen[3]), welche er schon früher[4]) für Endkolben erklärt. Seine Worte darüber am letzteren Orte lauten: „In der Clitoris des Schweines sind die Endkolben sehr zahlreich und ziemlich oberflächlich gelagert, daher verhältnissmässig leicht zu sehen. Sie messen ungefähr 0,17—0,22 Mm. Länge, 0,12—0,109 Mm. Breite, sind also ellipsoidisch. Sie haben eine dicke, mehrfach geschichtete Bindegewebshülle, doch keine eigentlichen Kapseln, und der Centralstrang ist nicht schmal, wie beim Vater'schen Körperchen, sondern macht der Masse nach den grössten Theil des ganzen Gebildes aus. Häufig treten mehrere Nervenfasern, zuweilen auch an der seitlichen Begrenzung, in dasselbe ein und vertheilen sich vielfach gewunden, theils noch doppelt contourirt, theils fein und blass geworden in dem ganzen Innern." In den Anat. Untersuchungen ist die Beschreibung dieser Körperchen ganz dieselbe geblieben, nur der Name wurde geändert. Ich komme weiter unten auf dieselben zurück.

Was noch die Endkolben anlangt, so hat auch Kölliker ein zahlreiches Vorkommen derselben in der Glans penis und clitoridis beim Menschen zugegeben[5]).

---

[1]) Diese Zeitschrift R. 3. Bd. V. 1859. S. 33.
[2]) W. Krause, Die terminalen Körperchen. 1860. S. 123.
[3]) W. Krause, Anat. Untersuchungen. 1861. S. 3.
[4]) Diese Zeitschrift. Bd. V. S. 36.
[5]) Kölliker, Gewebelehre. 4. Aufl. 1863. S. 555 u. 572.

Die Untersuchungen, welche Tomsa in Wien neuerdings über die Nervenendigungen in der Glans penis des Menschen angestellt hat[1]), führten zu dem merkwürdigen Resultate, dass die Nerven schliesslich in eigenthümlich geformten und gelagerten Knäueln ihr Ende finden, oder ihre peripherische Bahn in einer netzförmigen Verzweigung begrenzen. Die gröberen Nervenstämme und Zweige sind fast ausnahmslos die Träger der Nervenknäuel. Die Bestandtheile der letzteren sind sehr zahlreiche Verästelungen und Spaltungen der in den Kolben eingehenden Axencylinder und Einschaltungen von kornartigen, körnigen und zelligen Gebilden in den Verlauf und die Astfolge der Axencylinder. Die netzförmig verlaufenden Nervenfaden enden in ein ähnliches gangliöses Korn, wie solche in den Nervenknäueln reichlich enthalten sind.

Diese eigenthümliche Ansicht Tomsa's hat bis jetzt, soviel bekannt, noch keinen Vertheidiger gefunden, vielmehr ist die Richtigkeit derselben von W. Krause[2]) und von Finger[3]) bestritten worden. Beide weisen nach, dass Tomsa in Folge seiner eigenthümlichen Präparationsmethode nichts Anderes als Kunstproducte dargestellt habe.

Dagegen haben neuere von W. Krause in der Glans clitoridis des Menschen angestellte Untersuchungen ergeben, dass ausser den oben genannten Endkolben daselbst noch andere eigenthümlich gebaute Terminalkörperchen der sensiblen Nerven vorkommen. Er hat dieselben mit Rücksicht auf ihre unzweifelhafte Function „Genitalnervenkörperchen“ genannt[4]). Sie liegen im Gewebe der Schleimhaut unterhalb der Basis der Papillen und selbst 0,15 Mm. von den letzteren entfernt. Charakteristisch an der übrigens sehr verschiedenen Form dieser Körperchen ist es, dass sie an der Oberfläche 1—5 Einschnürungen zeigen, wodurch die meist kuglige oder ellipsoidische Grundform oft schwer wiederzuerkennen ist.

Nach Finger's unter Krause's Beihülfe ausgeführter ausführlicher Beschreibung dieser von ihm sogenannten Wollustkörperchen[5]) sind die Gestaltungen, welche durch diese

---

[1]) Tomsa, Ueber d. periph. Verlauf u. Endigung des Axenfadens in der Haut der Glans penis. Sitzungsberichte der k. k. Akad. d. W. Bd. 51. 12. Januar 1865.

[2]) W. Krause, Ueber Nervenendigungen in den Geschlechtsorganen. Diese Zeitschrift Bd. XXVIII. 1866. S. 87.

[3]) Finger, Ueber Endigungen der Wollustnerven. Diese Zeitschrift Bd. XXVIII.

[4]) Ebendas. S. 86.

[5]) a. a. O.

Einschnürungen hervorgerufen werden, sehr mannigfach; bald nämlich haben die Körper ein brillen-, bohnen-, bisquitförmiges Aussehen, bald nehmen sie mehr eine Kleeblatt-, Maulbeer- oder Herzform an.

Meist treten 1—2, nicht selten jedoch auch 3—4 doppeltcontourirte Nervenfibrillen in das Körperchen ein. Die Wollustkörperchen lassen sich dadurch leicht erkennen und von Gruppen zusammenliegender Endkolben unterscheiden, dass sie mit einer die sämmtlichen Abtheilungen umschliessenden Hülle versehen sind und an einer oder ein paar Nervenfasern wie an einem Stamm ansitzen, während bei Gruppen von Endkolben jedes einzelne Körperchen seine besondere Nervenfaser enthält.

Die breite Hülle des Wollustkörperchens besteht aus festem, concentrisch angeordnetem Bindegewebe und ist mit zarten, mehr oder weniger länglichen Kernen versehen. Von ihr zweigen sich die einzelnen Fasern ab, um die erwähnten Einschnürungen zu bilden.

Der Inhalt des Körperchens besteht aus fein granulirter Substanz, in der oft eine auffallend grosse Zahl sehr feiner 0,00005 Mm. dicker, blasser Faserzüge zu erkennen sind, welche sich aus den eintretenden doppeltcontourirten Nervenfasern abzweigen und nach W. Krause dazu dienen sollen, die Intensität der Gefühlseindrücke zu steigern.

Die Grösse dieser Körperchen schwankt. Einzelne sind kaum grösser als Endkolben, von denen sie sich durch ihre Einschnürungen unterscheiden; andere haben bis 0,15—0,2 Mm. Dicke und Länge.

Um mich nun durch eigene Anschauung von dem Vorhandensein dieser Wollustkörperchen und von ihrer Aehnlichkeit mit der von ihnen gegebenen Beschreibung zu überzeugen, untersuchte ich auf Anregung meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor W. Krause, die Glans clitoridis und besonders auch die Glans penis des Menschen. Da sich ferner mit einiger Gewissheit vermuthen liess, dass der einen oder der anderen der bekannten Formen (Wollustkörperchen, Endkolben, Vater'sche Körperchen) entsprechende oder ähnliche Nervenendgebilde sich auch bei anderen, als den oben genannten, höheren Thieren vorfinden, so hielt ich es der Mühe werth, die Genitalschleimhäute einer Reihe von Thieren aus verschiedenen Säugethierklassen, sowie unter den Vögeln die des Huhns, soweit das Material reichte, einer genaueren Untersuchung auf die genannten Nervenendorgane zu unterwerfen.

Was die Präparationsmethode anbetrifft, so begann ich meistens mit der Darstellung ganz frischer Präparate, die mit

destillirtem Wasser oder mit verdünnter Natronlauge (von etwa 30%) oder mit Essigsäure übersättigt wurden. Mehr aber noch empfahl sich ein vorgängiges mehrtägiges Einlegen der frischen Schleimhaut in Essig.

Die so gewonnenen, wenn auch in manchen Theilen wegen der Schwierigkeiten, welche die anatomischen Verhältnisse bei einzelnen Thieren darboten, noch mangelhaften Resultate sind im Folgenden zusammengestellt.

Für die freundliche Unterstützung des Herrn Professor Krause bei der Ausführung meiner Untersuchungen kann ich nicht umhin, meinen tiefgefühlten Dank vorauszuschicken.

Die Vergrösserung, bei der ich beobachtete, war meist eine 300fache. Reichte diese nicht aus, so wurde eine 500fache benutzt und dieses dann jedes Mal an den betreffenden Stellen bemerkt. Dasselbe gilt von den zur Erläuterung hinzugefügten Figuren.

In der äussern Haut der Glans penis des Menschen, besonders an der Corona glandis, wurden nach Behandlung der Essigpräparate mit Natronlauge zahlreiche Endverzweigungen sensibler Nerven sichtbar. Hier und da waren dieselben in weitmaschigen Netzen und Schlingen angehäuft.

Auch die Haut der Glans penis birgt den in der Clitoris nachgewiesenen Wollustkörperchen (Taf. I. Fig. I.) in Form und Grösse vollkommen ähnliche Nervenendgebilde. Auch bei diesen finden sich die charakteristischen Einschnürungen, welche je nach ihrer Zahl den Körperchen bald ein bohnen- oder bisquit-, bald ein kleeblatt- oder maulbeerförmiges Aussehen geben. Der feinkörnige Inhalt ist von einer dicken, festen, bindegewebigen Hülle, welche mit reichlichen Kernen besät ist, umgeben. Die eintretenden, doppeltcontourirten, aus dichotomischer Theilung hervorgehenden Nervenfasern beschränken sich in den meisten Fällen auf zwei oder eine. Um weiterer Wiederholungen in der Beschreibung dieser Körperchen enthoben zu sein, verweise ich auf Finger's: „Die Endigungen der Wollustnerven"; denn alles dort über die Wollustkörperchen der Clitoris Gesagte findet auch auf die des Penis die vollste Anwendung. Nur in der Massenhaftigkeit des Vorkommens findet sich ein Unterschied. Die Anzahl der Körperchen in der Clitoris ist sehr bedeutend und übersteigt die im Penis mindestens um das Doppelte.

Ausserdem sah ich in der Clitoris wie im Penis gewöhnliche rundliche Endkolben mit dicker, kernhaltiger Bindegewebshülle und fein granulirtem Innenkolben.

In der Scheide wie an den Nymphen kommen die Wollustkörperchen, soweit Beobachtungen vorliegen, nicht vor, sondern diese Schleimhäute bieten nur die eben genannten Endkolben dar.

Da die Wollustkörperchen, wenn man ihren Bau nicht genau kennt, leicht mit anderen rundlichen Gebilden, namentlich mit Gefässdurchschnitten verwechselt werden können, so untersuchte ich zuerst, um mich ein für alle Mal vor solchen Verwechslungen zu schützen, mit Leim und Berlinerblau injicirte Präparate. Die Wollustkörperchen liegen in den Gefässnetzen der Schleimhaut eingebettet, zum Theil von den Gefässästchen bedeckt (Fig. II.) Um mich zu überzeugen, dass ich Wollustkörperchen vor mir hatte, behandelte ich das Injectionspräparat mit Natronlauge von 30⁰/₀. So hellte sich das Gewebe auf, die injicirten Gefässe wurden durchsichtig, so dass die darunter liegenden Wollustkörperchen vollkommen klar von ihrer Umgebung sich abgrenzten.

Unter den Fleischfressern lag die Untersuchung von Hund und Katze am nächsten.

Die Genitalnervenkörperchen der Schleimhaut des Penis kommen bei der Katze nicht leicht zur Beobachtung, weil sie von der Mitte der Schleimhaut der Glans an bis an das untere Ende, besonders an der Corona glandis, von Papillen und den darauf sitzenden Widerhaken bedeckt sind. (Die Papillen sitzen zuckerhutförmig mit breiter Basis auf dem eigentlichen Schleimhautgewebe auf und lassen nach Behandlung mit verdünnter Natronlauge eine grosse Anzahl in ihre Substanz eingesäter Kerne erkennen.) Leichter gelingt das Auffinden derselben an der Spitze der Glans, wo die Widerhaken fehlen. Sicher ist es, dass die Genitalnervenkörperchen hier weit spärlicher vorkommen als in der Clitoris und auch im Penis des Menschen.

Die Form der Körperchen ist etwas abweichend von der des Menschen. Während beim letzteren dieselbe sehr variirt in den bekannten Formen, doch meist den rundlichen Character festhält, stellte sie sich bei der Katze meist länglicher, eiförmig dar entweder ohne Einschnürung und nur mit einer in das Körperchen eintretenden Nervenfaser (Fig. III.), oder mit einer Einschnürung und höchstens zwei eintretenden Nervenfasern (Fig. IV.).

Beim Hunde blieben alle Bemühungen, Nervenendorgane aufzufinden, fruchtlos. Die Endfibrillen der Nerven wurden, soweit sie sich verfolgen liessen, immer kleiner und schmaler

und entzogen sich dann plötzlich im Penis sowohl wie auch in der Clitoris der weiteren Beobachtung.

Es sei hier noch bemerkt, dass die Innenfläche des Praeputium beim Hunde (wie auch des Praeputium beim Schaf und des Praeputium und der Scheide des Schweines) mit mehr oder weniger dicht stehenden Lymphfollikeln besetzt ist. Dergleichen Lymphfollikel finden sich bei manchen Säugethieren an verschiedenen Stellen des Körpers, wie z. B. in den Tonsillen, auf der Zungenwurzel und im Darm, wo sie als Peyer'sche Haufen bekannt sind. Besonders sind dieselben noch von W. Krause in der Conjunctiva des Auges beim Schweine, Schaf, Pferd, nicht constant beim Menschen, beobachtet und beschrieben[1]) worden. Derselbe hat sie auch schon in der Schleimhaut des Scheideneingangs beim Schweine gesehen. Aehnliche drüsenartige Gebilde hat Henle ausnahmsweise in der Vaginalschleimhaut des Menschen gefunden. Er beobachtete dieselben, den solitären Drüsen des Darms ähnlich, in grosser Anzahl in der Vagina einer 18jährigen Selbstmörderin. Sie standen theils vereinzelt, theils in Querreihen geordnet, vorzugsweise im oberen Theile der Vagina und auf den Lippen des Ostium uterinum[2]).

Diese Lymphfollikel sind runde oder ovale hervorragende und mit freiem Auge sichtbare Bläschen von 0,5—2 Mm. Durchmesser. Sie stehen mit den Lymphgefässen in Verbindung, sind von Gefässen durchzogen und bestehen im Innern aus einem Netz von Bindegewebsbalken, in deren Lücken zahlreiche Lymphkörperchen eingebettet sind. Bei 80facher Vergrösserung sieht man diese Follikel nach Behandlung mit Essigsäure als dunkle, undurchsichtige, kuglige oder ovale Anschwellungen im Gewebe der durchsichtigen Schleimhaut liegen, von einer dicken bindegewebigen Hülle umkleidet. Zerreisst man einen solchen Follikel und betrachtet mit Zusatz von Wasser das Präparat bei 300facher Vergrösserung, so sieht man nichts als Massen von ausgetretenen Lymphkörperchen vor sich. Mehrtägige Essigpräparate zeigten dieselben Ansichten wie frische.

Die Bedeutung dieser Follikel ist ohne Zweifel die von solitären Lymphdrüsen; jedenfalls dürften sie mit der Lymphkörperchenbildung im Körper im Zusammenhang stehen und nicht auf die bis jetzt bekannten Fundorte beschränkt sein.

---

[1]) W. Krause, Die terminalen Körperchen. S. 115.

[2]) Henle, Handbuch der Anatomie des Menschen. Eingeweidelehre 1864. S. 450.

In der Clitoris des Schweines finden sich Wollustkörperchen in grosser Menge. (Die Clitoris ist beiläufig von einer Schleimhautfalte bedeckt und erst aus dieser herauszupräpariren.) Zum grössten Theile liegen dieselben in den sehr dicht stehenden die Schleimhaut der Clitoris bedeckenden Papillen, sowohl in der Spitze wie auch in dem unteren Theile der letzteren, und zwar häufig mehrere in einer Papille. Auch in der Dicke des eigentlichen Schleimhautgewebes kommen sie in geringerer Anzahl vor. Ihre Form ist fast durchweg kuglig, nur vereinzelt maulbeer- oder bohnenförmig. Die Grösse variirt sehr, sodass die einen zwei bis drei Mal grösser sind als die anderen. Sie sind von einer dicken — im Gegensatz zu den Vater'schen Körperchen unregelmässig geschichteten — Hülle umgeben. Gewöhnlich treten mehrere doppeltcontourirte Nervenfasern, meist 3—5, in die Körperchen ein. Letztere lassen sich leicht durch Lüften des Deckglases und Bestreichen des Präparats mit der Nadel aus ihren Papillen isoliren.

Es sind dieses ohne Zweifel dieselben Körperchen, welche, wie oben angedeutet, W. Krause als Endkolben beschrieben[1]), dann für Uebergangsformen zwischen Endkolben und Vater'schen Körperchen erklärt hat[2]). Wenigstens passt die an den betreffenden Stellen gegebene Beschreibung derselben im Wesentlichen auch auf die von mir beobachteten Wollustkörperchen.

Untersucht man Querschnitte durch die Clitoris, also Längsschnitte durch die Papillen, so sieht man die Wollustkörperchen als runde, durch ihre dicke, bindegewebige Hülle sich deutlich in dem helleren, lockeren Gewebe der Papillen markirende Körper in der Spitze der längsdurchschnittenen Papillen liegen und von der Basis der Papille her in sie hineinlaufend die Nervenfasern (Fig. V.). Ganz dieselben Körperchen, sowohl was Form, Grösse, wie auch Lage anbetrifft, finden sich auch im Penis des Schweines.

Es ist hier noch der schon oben beim Hunde erwähnten Lymphfollikel zu gedenken, welche constant in der Schleimhaut des Praeputium und der Scheide des Schweines vorkommen. Sie sind hier etwa von Stecknadelkopfgrösse. In der Schleimhaut der Scheide sind sie stellenweise zu grossen Massen angehäuft, besonders über dem Scheideneingang. Nach oben hin nehmen sie allmählich mehr und mehr an

---

[1]) Diese Zeitschrift Bd. V. S. 36.
[2]) Krause, Anatom. Untersuchungen. 1861. S. 3.

Häufigkeit ab. Die Schleimhaut des Praeputium ist dichtgedrängt von ihnen durchsetzt.

Die Schleimhäute der Clitoris und des Penis des Kalbes zeigten im frischen Zustande einen ungeheuren Nervenreichthum. Endorgane waren sehr schwer aufzufinden. Endkolben von länglich ovaler Form habe ich bei 500facher Vergrösserung am frischen Präparate mit Sicherheit in der Clitoris wahrgenommen. Ueber Endigung der Nerven in Wollustkörperchen lässt sich nach meiner Beobachtung nichts Bestimmtes angeben. In der Clitoris sah ich ausser den erwähnten Endkolben gar keine Nervenendigungen, im Penis ziemlich undeutlich nur ein einziges Terminalkörperchen etwa von der Form der Fig. VI., welches ich jedoch wegen der grossen Unklarheit des Bildes nicht mit Bestimmtheit für ein Wollustkörperchen auszugeben wage. Zwar scheint es eine Einschnürung zu haben, auch ist es von Nervenfasern theilweis umgeben, doch aber war nicht zu entscheiden, ob diese letzteren in dem Körperchen ihr natürliches Ende finden.

Beim Schafe ist die Untersuchung der Schleimhaut der Glans penis auf Nervenendgebilde sehr erschwert, dadurch dass dieselbe stark von elastischen Fasern bedeckt und durchzogen ist. Ausser vereinzelten Nervenstämmchen und Primitivfasern liess sich nichts im Gewebe des Essigpräparats erkennen. Frisch war die Nervenausbreitung im Penis stärker sichtbar.

In der Clitoris habe ich bei 500facher Vergrösserung Endkolben von der gewöhnlichen länglichen Form gesehen.

Ueber die in der Schleimhaut des Praeputium vorkommenden Lymphfollikel ist schon beim Hunde gesprochen.

Die Schleimhaut der Glans penis des Igels bot bei 500facher Vergrösserung frisch neben einer reichlichen Nervenausbreitung den Anblick einer grossen Anzahl eigenthümlicher Terminalkörperchen dar. Dieselben liegen oft einzeln zerstreut, oft in schönen Haufen von 5—6 büschelförmig mit ihren Endfasern neben einander. In jedes derselben endet nur eine Terminalfaser; sie ist doppelt contourirt und kurz. Alle 5 oder 6 Fasern kommen vereinigt aus einem Stämmchen, welches aus dichotomischer Theilung hervorgeht. Die Körperchen besitzen eine dicke, aus unregelmässigen Schichten bestehende, bindegewebige Hülle; ihr Inhalt ist fein granulirt. Ihre Gestalt ist länglich oval, zuweilen in der Mitte etwas gebogen, nieren-, bohnenförmig (Fig. VII.). Sie sind wegen ihrer unregelmässig geschichteten Hülle als eine Uebergangsform zwischen Vater'schen Körperchen und Endkolben anzusehen.

Nach Behandlung des Essigpräparats mit Essigsäure kommen auch bei 500facher Vergrösserung gewöhnliche, nicht mit obigen Körperchen zu verwechselnde Endkolben zum Vorschein.

Der Penis des Maulwurfs bietet, was Nervenendorgane anbetrifft, eine grosse Mannigfaltigkeit dar. Die Hauptmasse besteht in kleinen Endkolben, welche meist in Haufen von 4—5 neben einander, aber auch einzeln zerstreut im Gewebe der Schleimhaut liegen (Fig. VIII.). Essigpräparate mit Natronlauge behandelt zeigten hie und da in den Endkolben deutlich bei 500facher Vergrösserung den in einer kolbigen Anschwellung endenden Terminalfaden (Fig. X.).

Auch kommen in der Glans penis eine ziemliche Anzahl Vater'scher Körperchen vor. Einzelne derselben sind bis 0,5 Mm. gross, andere viel kleiner und haben eine Hülle von etwa nur 8 sichtbaren Kapseln, während die der grösseren bei weitem zahlreicher sind.

Genitalnervenkörperchen von breiter, ovaler Form und mit dicker, blasser Hülle kommen in geringer Anzahl ebenfalls im Penis vor. Ebenso glaube ich auch die in der Clitoris dieses Thieres beobachteten Endgebilde wegen ihres rundlichen, maulbeerförmigen Aussehens als Wollustkörperchen bezeichnen zu dürfen. Doch um die letzteren als solche mit Sicherheit zu constatiren, reichte das Material nicht aus.

Die Glans penis der Maus ist dicht besetzt mit Papillen, welche je von einem der Bauchseite des Thieres zugewandten Hornhautstachel bedeckt sind. Nach Entfernung der letzteren sah ich auf der Schleimhaut vereinzelt längliche nahezu kuglige Körperchen mit eintretender doppeltcontourirter Nervenfaser. Die ziemlich dicke Hülle enthielt eine ziemliche Anzahl von Kernen. Sie scheinen mir den Wollustkörperchen am nächsten zu stehen.

Wollustkörperchen von den bekannten menschlichen Formen hat das Kaninchen sowohl im Penis, wie auch in der Clitoris in grosser Menge aufzuweisen (Fig IX. u. XI.). Nur ist die Grundform zum Unterschiede von der beim Menschen eine mehr ovale, längliche, und die Einschnürungen, wie die eintretenden Nervenfasern beschränken sich in den meisten Fällen auf eine oder höchstens zwei. Sie sind an Grösse sehr verschieden und messen bis zu 0,15 Mm. Die Formen im Penis und in der Clitoris haben in ihrem Typus nichts Abweichendes von einander. Die meisten sah ich im Penis.

Die Schleimhaut des unteren Theils der Vagina, des Scheideneingangs und der Labia enthält keine Wollustkörperchen sondern nur langgestreckte schmale Endkolben mit doppelt-

contourirtem Rande und reichlicher, unregelmässiger Einsäung von dicken ovalen und rundlichen Kernen in die Dicke der Wandung (Fig. XII.).

Da die Nervenendigungen beim Kaninchen unterhalb der Papillen liegen, so sieht man dieselben ausserordentlich leicht auf Flächendurchschnitten, deren Schnittfläche man auf dem Objectglase nach oben kehrt.

Im Penis des Eichhörnchens waren nur ziemlich kleine längliche Endkolben nach Behandlung des Essigpräparats mit Natronlauge zu erkennen.

Es ist bekannt, dass in der Haut, den Schleimhäuten und an vielen anderen Stellen bei Vögeln als einzige Art der Endorgane sensibler Nerven grosse Vater'sche Körperchen vorkommen. Dieselben sind zuerst bei dieser Thierklasse von Herbst (1848) entdeckt; dann wurde von Will das Vorkommen derselben in den ganzen Hautdecken constatirt, nachdem er Repräsentanten aller Ordnungen der Vögel untersucht hatte. Ausser der Haut sind bis jetzt als Fundorte dieser Vater'schen Körperchen bekannt: der Oberschnabel, die Zunge, der Raum zwischen den Unterschenkelknochen, die Zehen, die Conjunctiva (W. Krause).

Die Vater'schen Körperchen der Vögel sind nach Krause's Beschreibung[1]) ellipsoidische, bei der Betrachtung mit blossem Auge weisslich erscheinende Körperchen, im Allgemeinen von etwas geringerer Grösse als die der Säuger. Zum Unterschiede jedoch von denen der letzteren wird der Innenkolben von einer inneren Quer- und äusseren Längsfaserschichte, anstatt von concentrisch angeordneten Kapselsystemen umschlossen.

Die Längsfaserschicht besteht aus mehr homogenen, unvollständig geschichteten Bindegewebslagen mit länglich gestellten Kernen, besitzt keine isolirten, durch Flüssigkeit von einander geschiedenen Lamellen. Sie geht am centralen Ende des Körperchens unmittelbar in den Stiel der Nervenfaser über, welcher ebenfalls aus longitudinal geschichtetem Bindegewebe mit längsgestellten Kernen besteht und nicht über die Längsfaserschicht in das Innere des Körperchens hineinreicht. Am peripherischen Pol ist die Längsfaserschicht meistens etwas mehr entwickelt und dicker.

Die Querfaserschicht besteht aus eigenthümlichen, hellen, in dichteren Lagen gelblich oder bräunlich aussehenden Fasern, die unverästelt, leicht gebogen, grösstentheils quer, oft aber auch schräg verlaufend um den Innenkolben sich legen. Da-

---

[1]) W. Krause, Die terminalen Körperchen. S. 33 ff.

zwischen sind längliche, verschieden verlaufende Kerne und feine Fettkörnchen. Durch Natronlauge oder Essigsäure werden die Fasern blass und zu einer granulirten Masse, und sind daher von Kölliker zum Bindegewebe gerechnet worden. Jedoch fand Krause, dass man durch abwechselndes Neutralisiren der zugesetzten Natronlauge und Essigsäure die bräunlichen Fasern in völliger Integrität wieder herstellen kann, welche Resistenz vielleicht mehr für eine elastische Natur dieser Schichte spricht. Dieselbe steht mit dem Stiel der Nervenfaser in keiner Verbindung, nur dass sie von der letzteren durchbohrt wird.

Der Innenkolben ist umhüllt von einer Bindegewebsschicht mit dichtstehenden, queren Kernen; seine Substanz selbst ist mattglänzend, homogen oder fein granulirt.

In der Axe des Innenkolbens verläuft die einfache, blasse Terminalfaser und endet mit einer knopfförmigen Anschwellung im Kopftheil des Innenkolbens.

Auch in der Genitalschleimhaut der Vögel scheinen diese Vater'schen Körperchen die einzig vorhandene Art von Nervenendigung zu sein; wenigstens sind mir bei meiner Untersuchung auch an diesem Orte keine anderen Endorgane aufgestossen. Ich fand sie in der Genitalschleimhaut des Huhnes in der Gegend, wo bei den Säugethieren die Clitoris sitzt. An Häufigkeit kommen sie weder den Wollustkörperchen, noch den Endkolben in den Genitalschleimhäuten der meisten oben aufgeführten Säugethiere gleich. Die Körperchen sind bis zu 0,436 Mm. lang; ihre Form ist länglichoval, gurkenförmig. Durch Behandlung des Präparats mit Wasser verdunkelt sich die umhüllende Längsfaserschicht. Die Querschicht zeigt sich auf dem optischen Längsschnitt theils körnig, theils querstreifig, ist resistent gegen Natronlauge und Essigsäure und daher wohl als elastisch zu bezeichnen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Diejenigen Figuren, bei welchen die Vergrösserung nicht angegeben, sind bei 300facher Vergrösserung gezeichnet. Sämmtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. V sind Flächenschnitten entnommen.

Fig. I. Wollustkörperchen der Clitoris des Menschen. 3—4tägiges Essigpräparat mit etwa 30procentiger Natronlauge behandelt.

Fig. II. Wollustkörperchen der Clitoris des Menschen. Injectionspräparat mit Essigsäure behandelt.

Fig. III. Wollustkörperchen von der Spitze der Glans penis der Katze. Essigpräparat.

Fig. IV. Wollustkörperchen vom Penis der Katze. Essigpräparat mit Natron übersättigt.

Fig. V. Wollustkörperchen aus der Clitoris des Schweines in der Spitze der Papille sitzend. Querschnitt der Clitoris, Längsschnitt der Papille, Eintritt der Nervenfasern sichtbar. Essigpräparat mit Natron übersättigt.

Fig. VI. Terminalkörperchen aus der Glans penis vom Kalbe. 500 fache Vergrösserung. Essigpräparat mit Natron behandelt.

Fig. VII. 5 Terminalkörperchen aus dem Penis des Igels. 500 fache Vergrösserung. Frisches Präparat mit Natronlauge übersättigt.

Fig. VIII. Vier Endkolben aus dem Penis des Maulwurfs. 500 fache Vergrösserung. Essigpräparat mit Natron behandelt.

Fig. IX. Wollustkörperchen vom Penis des Kaninchens. 500 fache Vergrösserung. Essigpräparat mit Natron übersättigt.

Fig. X. Kleiner Endkolben des Penis des Maulwurfs mit sichtbarem Terminalfaden, der in eine kolbige Anschwellung endet. 500 fache Vergrösserung. Essigpräparat mit Natron behandelt.

Fig XI. Wollustkörperchen aus der Clitoris des Kaninchens. Frisch mit Natronlauge behandelt.

Fig. XII. Endkolben aus dem unteren Theile der Scheide des Kaninchens. 14tägiges Essigpräparat.

---

# Ueber den Bau der Vogelnieren.

Von

Dr. **Hjalmar Lindgren,** Docenten der Anatomie zu Lund.

(Hierzu Taf. III. u. IV.)

---

Von den vielen den Bau der Nieren betreffenden Untersuchungen, welche durch Henle's bekannte Arbeit hervorgerufen sind, ist nur ein sehr kleiner Theil den Vogelnieren zu Gute gekommen, obwohl dieselben ohne Zweifel sowohl dem Anatomen als dem Physiologen ein recht reiches und dankbares Feld darbieten. Es ist mir lieb, dass durch persönliche Berührung mit diesem hervorragenden Forscher meine Aufmerksamkeit unter Anderem auf diesen Gegenstand gelenkt worden ist, und ich bin im Begriffe, die Resultate mitzutheilen, zu denen meine Arbeit geführt hat, in der Hoffnung, dass die nächste Zukunft mir gestatten wird, meine Untersuchungen in den Punkten weiter zu führen, die hier nicht vollständig zum Abschluss gebracht sind.

Die Literatur in Betreff der Vogelnieren ist keineswegs reichhaltig. Die Anschauungen der älteren Anatomen (Harvey's, Malpighi's, Ferrein's, Galvani's und Cuvier's) fasst Tiedemann in seiner Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Heidelb. 1810 zusammen. In Oken's Isis, Jahrgang 1828. Heft 5. 6. findet sich ein kurzer Aufsatz von Huschke über unsern Gegenstand, und von Joh. Müller ist derselbe etwas ausführlicher behandelt in seinem Werke De glandularum secernentium structura penitiori Lips. MDCCCXXX. Abgesehen von einigen vereinzelten Angaben, kenne ich nur zwei Schriftsteller, die in letzterer Zeit dies Gebiet berührt haben, nämlich Hyrtl — Ueber die Injectionen der Wirbelthiernieren und deren Ergebnisse; — Sonder-Abdruck aus dem

XLVII. Bande der kaiserl. Akademie der Wissenschaften — und Hüfner, Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie der Harnkanälchen; Inaug. Dissert. Leipz. 1866. Ich setze das Resultat von deren Arbeiten als bekannt voraus und werde in folgender Darstellung nur ganz kurz, wo es nöthig ist, darauf zurückkommen.

Die Nieren bei den Vögeln sind bekanntlich im Verhältniss zu denen der Säugethiere besonders gross, und bestehen aus zwei langgestreckten, in sagittaler Richtung plattgedrückten Körpern, welche wenig unterhalb der Lungen in den zu beiden Seiten des Rückgrats in dem Becken gebildeten grösseren Vertiefungen liegen. Sie zeigen auf ihrer Oberfläche, vorzüglich der dorsalen, verschiedene Einsenkungen oder Einschnitte, von denen mehrere so bedeutend sind, dass die Niere dadurch gewöhnlich in 3—4 grössere Abtheilungen oder Lappen getheilt wird. Mitten durch ihr Parenchym gehen die zu den unteren Extremitäten gehörenden Nerven. Der Ureter verläuft längs der ventralen Oberfläche unweit des medialen Randes und entsendet nach den verschiedenen Abtheilungen seine Zweige, welche in dieselben sich einsenken, um nach wiederholten büschelförmigen Theilungen sich in verschiedenen Richtungen auszubreiten. Ihre Arterien empfängt die Niere von der Aorta abdom. und Art. iliaca, und giebt das venöse Blut ab sowohl an die Vena cava, als an die Vena haemorrhoidalis, eine Anordnung, die an die Verhältnisse bei den Amphibien erinnert. Eine Nieren-Pfortader findet sich bei den Vögeln nicht.

Das Material zu den folgenden Untersuchungen ist hauptsächlich von Tauben und Hühnern genommen.

---

Betrachtet man eine Schnittfläche von einer Vogelniere, — in welcher Richtung der Schnitt auch gefallen sein mag, — so findet man leicht, dass eine verschiedene Rinden- und Mark-Substanz vorhanden ist, ebenso sicher wie in den Nieren der Säugethiere, nur mit dem Unterschiede, dass, während die verschiedenen Nierenpyramiden, aus denen die Marksubstanz gebildet wird, bei den Säugethieren zu nicht geringem Theil wirklich mit einander verwachsen sind und auch ohnehin scheinbar ein zusammenhängendes Ganzes ausmachen, sie bei den Vögeln vielmehr entschieden getrennt und wie regellos zerstreut daliegen. Ist es gelungen, ein Präparat zu erhalten, bei dem man eine solche Pyramide in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen kann, so zeigt sie die Form eines langgestreckten Kegels, der mit seiner Spitze ohne Ansatz zu

Papillenbildung unmittelbar in einen der Endzweige des Ureters übergeht, während seine Basis sich fächerförmig ausbreitet und in verschiedenen Richtungen in die Rindensubstanz ausstrahlt, in der Mitte mehr gerade aus, aber in der Peripherie scharf zurückgebogen. Seine Seitenränder sind gerade oder gebogen, und deutlich und bestimmt gegen die umgebende Rindensubstanz abgegrenzt, welche sich leicht davon ablöst und nicht selten durch ein mit der Längenrichtung der Pyramide parallel verlaufendes Gefäss davon geschieden ist. Meistens liegen mehrere Pyramiden nahe bei einander, in welchem Fall ihre Spitzen eine kürzere oder längere Strecke einander berühren, wogegen die Basen immer durch die keilförmig sich einschiebende Rindensubstanz getrennt sind. Ausser der Seitenbiegung, welche die Pyramiden zeigen, sind dieselben oft etwas um ihre Axe gedreht. Die Bildungen, welche die älteren Anatomen unter dem Namen von „Bündeln der innern Harngefässe" beschrieben, sind identisch mit den Nierenpyramiden, und, wenn sie auch den Uebergang derselben in die Endzweige des Ureters unrichtig auffassten, so ist doch die Abbildung von der Verzweigung des Ureters und seinem Zusammenhange mit den Pyramiden, welche Ferrein geliefert und Joh. Müller copirt hat, ganz naturgetreu. Eine Pyramide mit zugehöriger Rindensubstanz gleicht einem Blumenstrauss, dessen Blumen sich in reichlicher Fülle ausbreiten, so dass sie den schmalen Stiel theilweise umgeben und verbergen. Denkt man sich eine Menge solcher Blumensträusse so zu einem Ganzen vereinigt, dass alle Stiele nach innen gekehrt sind und hier nach und nach mit einander verschmelzen, während die Blumen an der Peripherie eine einzige zusammenhängende Hülle bilden, so hat man ein ungefähres, obwohl natürlich nicht völlig genaues Bild von der Zusammensetzung eines grösseren Nierenlappens.

Schon mit Hülfe einer Loupe unterscheidet man die Pyramide von der rothbraunen und feinkörnigen Rindensubstanz an der blasseren Farbe und der Längsstreifung der Fläche. Bei einer stärkeren Vergrösserung treten in dem Längendurchschnitt einer Pyramide eine Menge der Länge nach verlaufender, theils gröberer, theils feinerer Kanälchen, und mit ihnen parallel verlaufender Blutgefässe, hervor. Die gröberen Kanälchen, welche mit einem hohen Cylinder-Epithel versehen sind, theilen sich oft, wobei ihr Lumen, und damit zugleich auch die Höhe des Epithels ab-, ihre Anzahl dagegen zunimmt, je mehr sie sich der Basis der Pyramide nähern. Die engeren Kanälchen, die ein niedriges Epithel besitzen,

behalten ihre Breite ziemlich unverändert, aber ihre Anzahl wird gleichfalls gegen die Basis der Pyramide hin bedeutend grösser. Man findet dieselben nicht selten quer oder schräg durchschnitten. Auch trifft man bisweilen zwei Kanälchen, die in einander übergehen, und auf diese Weise eine Schlinge bilden, deren convexe Seite gegen die Spitze der Pyramide gekehrt ist. Ein Theil der gröberen Kanälchen lässt sich gewöhnlich eine kürzere oder längere Strecke in die Rinden-Substanz hinein verfolgen, wo sie in verschiedenen Richtungen ausstrahlen. Mit den engeren Kanälchen gelingt dies schwer. In dem Querdurchschnitt einer Pyramide findet man natürlich ausschliesslich quer durchschnittene Kanälchen, einige wenige gröbere, und eine Menge feinerer. Ihre Anzahl wechselt je nach der Stelle, wo der Schnitt die Pyramide getroffen hat. Die Rindensubstanz ihrerseits bietet ein Gewirr von Kanälchen dar, von deren Anordnung man sich ohne weitere Hülfsmittel unmöglich eine Vorstellung bilden kann. Denn ausser den bereits erwähnten, aus der Pyramide kommenden gröberen Kanälchen und anderen von derselben Beschaffenheit, welche alle einen ziemlich geraden Verlauf nehmen und ein vergleichsweise grosses Lumen und klares Epithel besitzen, sieht man eine Menge breiter, gewundener, mit einem ziemlich hohen Epithel versehener Kanälchen, welche ein ganz kleines Lumen haben und hier und da Müller'sche Kapseln tragen. Zwischen diesen zeigen sich in ungefähr gleich grosser Anzahl andere ganz enge Kanälchen von derselben Breite, wie die engen Kanälchen in der Pyramide. Man bemerkt dieselben vorzugsweise an den Stellen, wo die Kanälchen quer durchschnitten sind; ihr Epithel ist niedrig und ihr Lumen macht ein Drittel der Breite des ganzen Kanälchens aus. In den Lücken, welche sich zwischen den Kanälchen befinden, und welche eine beinahe gleich grosse Fläche, wie diese, einnehmen, liegen Capillargefässe, welche mit den ovalen, kernhaltigen, deutlich hervortretenden Blutkörperchen angefüllt sind. In ziemlich regelmässigen Abständen von einander trifft man quer durchschnittene oder longitudinal verlaufende grössere Venen; oft befindet sich ein querdurchschnittenes grösseres Blutgefäss auf der Grenze zwischen den beiden Substanzen. Das Volumen der Pyramiden eben sowohl als die Dicke der Rinden-Substanz, differirt etwas an verschiedenen Stellen. Vollkommen genaue Maasse sind schwer anzugeben, da besonders die Pyramiden gewöhnlich auf sehr verschiedene Weise durchschnitten werden. Eine 4 Mm. lange Pyramide bei einer Taube trug eine beinahe 2 Mm. hohe Rindensubstanz, und

maass in der Breite an ihrer Spitze 0,2 Mm., in der Mitte 0,7 Mm., und an der Basis 1,4 Mm.

Um die Untersuchung weiter zu führen, ist es nöthig, sich der technischen Hülfsmittel zu bedienen, die uns zu Gebote stehen, nämlich der Injection und Isolirung der Harnkanälchen. Was die erstere betrifft, so hat dieselbe, wie Hyrtl bemerkt, wenig Schwierigkeiten, und Müller's Erfahrung bestätigt sich, dass die injicirte Masse niemals Extravasate bewirkt; dagegen tritt dieselbe, wenn die Venen nicht vorher gefüllt sind, leicht auch in diese, mag man einen constanten Druck oder die Hand anwenden. Die Injectionen, welche ich angestellt habe, sind nicht so vollständig gewesen, dass Müller'sche Kapseln in grösserer Anzahl gefüllt wären, aber wohl die gewundenen Kanälchen auf eine kürzere oder längere Strecke, und ich betrachte dies als einen Vortheil, insofern Manches bei einer unvollständigen Injection hervortritt, was von einer vollständigen verdeckt wird, besonders da ich das Verhalten der Harnkanälchen zu einander anderweitig sicherer beweisen kann. Meine Präparate von injicirten Nieren haben mir Folgendes gezeigt.

Die äussersten Endäste des Ureters theilen sich gewöhnlich in 4—5 kurze Zweige, von denen jeder eine Pyramide auf solche Art trägt, dass der Endzweig des Ureters sich unmittelbar in den einzigen breiten Kanal fortsetzt, der sich in der Spitze der Pyramide befindet und eine Haupt-Sammelröhre für alle zu einer Pyramide gehörenden Sammelröhren und Harnkanälchen bildet. Diese Haupt-Sammelröhre theilt sich alsbald dichotomisch, und die Zweige, welche so entstehen, wiederholen mehrere Male dieselbe Theilung, indem sie bei jeder Theilung ein wenig an Durchmesser abnehmen. Die Theilungen liegen an der Spitze der Pyramide am dichtesten zusammen, kommen aber auch in deren ganzer Ausdehnung, obwohl in weiteren Entfernungen von einander, vor. Ihre Anzahl beläuft sich auf 5—6; jedoch ist es nicht wahrscheinlich, dass dieselbe bei allen Kanälchen gleich ist. Während die Haupt-Sammelröhre ein Lumen von 0,1 Mm. hat, misst einer ihrer Zweige nach der fünften Theilung 0,05 Mm. und hat ein Lumen von 0,03 Mm. Diese Sammelröhren sind in der Pyramide von einer Menge enger, gleich breiter, langgestreckter Kanälchen umgeben, welche alle, nach der Spitze zu, sich paarweise vereinigen und Schlingen bilden, wovon man besonders deutlich sich überzeugen kann, wenn man eine Pyramide in ihrer ganzen Ausdehnung betrachtet, nachdem sie mit Terpentin behandelt und in Canada-Balsam gelegt ist.

Einige von diesen Schlingen erstrecken sich ganz bis zur Spitze der Pyramide, und bezeichnen den Uebertritt des Endzweigs des Ureters in dieselbe, andere dagegen berühren nur eben die Basis der Pyramide. Sie setzen sich alle eine Strecke in die Rinden-Substanz hinauf fort, und man bemerkt nicht selten, dass einige von den engen Kanälchen hier von Neuem in der Nähe einer ziemlich grossen Vene eine schlingenförmige Biegung machen und darnach in der Richtung gegen eine Sammelröhre hin verlaufen. Die Anzahl der engen Kanälchen und der Schlingen nimmt von der Spitze nach der Basis hin ununterbrochen, wiewohl allmählich, zu. Auf einem Querschnitt von einer Pyramide, welcher 0,4 Mm. im Durchmesser hielt und 11 querdurchschnittene Sammelröhren zeigte, habe ich ungefähr 120 querdurchschnittene enge Kanälchen gezählt. Sobald die Sammelröhren der Pyramide die Rinden-Substanz erreicht haben, verbreiten sie sich in verschiedenen Richtungen und verlaufen bogenförmig gegen die Peripherie, nicht regellos, sondern in gewisser Ordnung, wodurch die Rindensubstanz das Aussehen bekommt, als sei sie aus kleinen Läppchen zusammengesetzt, so wie Hyrtl sie beschreibt. Diese Läppchen treten vorzugsweise deutlich und regelmässig in dem Theile der Rindensubstanz, der die Oberfläche der Niere bildet, hervor. An einigen Schnittflächen aus dieser Gegend findet man die Rindensubstanz auf diese Weise eingetheilt in neben einander liegende, gegen die Oberfläche der Niere senkrecht stehende, abgerundet rectanguläre oder ovale Felder, welche gegen die Oberfläche hin breiter sind, ungefähr 1 Mm., und nach innen zu etwas enger werden. In ihrer Axe verläuft eine Vene und an ihrer Peripherie sieht man zwei oder drei mit einander parallele Sammelröhren nach dem freien Rande hin aufsteigen, wo sie sich umbiegen, um demselben bis zu seiner Mitte, welche den Scheitelpunkt des Lappens ausmacht, zu folgen, worauf sie schliesslich als Endzweige der Sammelröhren sich in das Läppchen einsenken. Während dieses Verlaufes theilen sich die Sammelröhren vor Neuem 2—3 Male dichotomisch, und nehmen immer allmählich an Breite ab, auch schon dadurch, dass sie auf dem ganzen Wege eine Menge beinahe rechtwinklig abgehende Zweige aussenden, welche alle auf die in der Axe des Läppchens stehende Vene zustreben. So weit hat Hyrtl schon diese Zweige verfolgt, und dies ist auch fast Alles, was man mit Hülfe der Injection erreichen kann. In zwei bei einander liegenden Läppchen wenden also die ganz nahe der Oberfläche der Läppchen bogenförmig verlaufenden Sammelröhren einander ihre convexen Seiten zu,

und entsenden ihre Zweige in entgegengesetzten Richtungen. Zwischen den Läppchen befindet sich fast ebenso regelmässig, wie in ihrer Axe, ein Blutgefäss.

Bei einer flüchtigern Betrachtung sieht es aus, als wenn die Sammelröhren ihre Zweige ausschliesslich von einer Seite empfingen, wie Hüfner behauptet; aber durch Vergleichung mehrerer Präparate, in denen die Zweige in verschiedenen Lagen hervortreten, zeigt es sich bald, dass sie von zwei, wohl nicht vollständig entgegengesetzten, aber doch verschiedenen Seiten einmünden. Meistens stehen sie alternirend, und nur gegen das Ende der Sammelröhre bisweilen in fast derselben Höhe, und verlaufen gegen die Centralvene in zwei verschiedenen Ebenen, und zwar so, dass je ein Zweig um den andern in dieselbe Ebene zu liegen kömmt, anfänglich eine kurze Strecke divergirend, aber in ihrer Fortsetzung mit einander parallel und in beinahe geraden oder nur schwach gebogenen Linien.

Abgesehen von der genannten Hauptrichtung, welche alle Zweige ein für alle Male verfolgen, unterscheiden sie sich in ihrem Verlauf dadurch, dass nur die Zweige, welche aus dem mittleren Theile der verticalen Sammelröhre herstammen, gegen die Axe des Läppchens senkrecht und also parallel mit dem freien Rande des Läppchens, oder der Oberfläche der Niere verlaufen. Die zuerst ausgehenden Zweige dagegen, welche sich in dem basalen, d. h. in dem der Basis zunächst gelegenen Theile der Pyramide befinden, verlaufen in schräger, auswärts gehender Richtung gegen die Oberfläche der Niere hin, was um so mehr in die Augen fällt, je weiter nach unten sie liegen, während die Zweige, welche zu dem Endstück der Sammelröhre gehören, immer mehr eine entgegengesetzte Richtung einschlagen, und am Scheitelpunkt des Läppchens so gut wie senkrecht von der Oberfläche nach innen zu verlaufen. Die Zweige erstrecken sich also radienartig gegen den Mittelpunkt des Läppchens, welcher oft von der quer- oder schrägdurchschnittenen Axenvene repräsentirt wird. Ausserdem ist hierbei zu bemerken, dass die Zweige an Länge und auch, obschon viel weniger auffallend, an Breite abnehmen, je näher dem Ende der Sammelröhre sie in dieselbe einmünden.

Bei der Axenvene angelangt, machen diese Zweige entweder eine einfache Umbiegung, oder bilden eine mehr oder weniger complicirte Schlinge, und gehen von dort in derselben Richtung zurück, wie sie gekommen sind, das heisst, auf die Sammelröhre zu, welche sie nicht selten erreichen und sogar überschreiten, die am meisten nach aussen liegenden also gegen

die Oberfläche der Niere und die basalen gegen die Basis der Pyramide. Die meisten von diesen letzteren haben noch eine gute Strecke zurückzulegen, und viele von ihnen kann man ein kürzeres oder längeres Stück in die Pyramide selbst hinab verfolgen. Der weitere Verlauf der Zweige kann vermittelst injicirter Präparate nicht mit voller Sicherheit dargelegt werden, aber, nachdem man sich anderweitig Kenntniss davon verschafft hat, findet man auch an solchen Präparaten Vieles, was denselben andeutet. Sie entsprechen, wie weiterhin gezeigt werden wird, in jeder Beziehung den engen, schleifenförmigen Henle'schen Harnkanälchen in den Nieren der Säugethiere, und ich werde mich von jetzt an der Bequemlichkeit halber schon im Voraus dieser Benennung bedienen.

Zwischen den engen, schleifenförmigen Kanälchen bemerkt man die vorhin genannten, in der Rindensubstanz vorkommenden, breiten, gewundenen Harnkanälchen, theils leer, theils die Injectionsmasse enthaltend, welche dann oft, statt dieselben gleichmässig auszufüllen, ein netzartig durchbrochenes Aussehen zeigt, als Folge davon, dass sie zwischen die Epithel-Zellen der Kanälchen sich eingedrängt, oder dieselben losgelöst hat. Die injicirten breiten Kanälchen sind bei unvollständiger Injection immer in dem peripherischen Theile des Läppchens in grösster Anzahl vorhanden, und hier trifft man auch bisweilen Uebergänge zwischen den beiden Arten von Kanälchen. Der schleifenförmige Kanal erweitert sich dort ziemlich plötzlich, und macht zugleich eine schleifenförmige Umbiegung, so dass die beiden Kanälchen eine parallele Richtung erhalten. Obwohl ich mich darum bemüht habe, ist es mir doch nicht gelungen, den Uebergang eines und desselben engen, schleifenförmigen Kanälchens, sowohl in die Sammelröhre, als in das weite, gewundene Kanälchen, zu Gesicht zu bekommen. Sind die Arterien ebenfalls injicirt, so sieht man, wie die Glomeruli ungefähr in der Mitte zwischen der Peripherie und der Axe stehen, der eine über dem anderen, in einer oder ein paar Reihen, welche mit der Sammelröhre parallel gehen. In dem der Oberfläche zunächst liegenden Theile der Rindensubstanz trifft man also keine Glomeruli.

Die eben beschriebene Anordnung der Läppchen und Harnkanälchen tritt in ihrer ganzen Regelmässigkeit und Symmetrie nur auf den Schnittflächen hervor, welche senkrecht gegen die Oberfläche der Niere stehen, und nicht einmal auf diesen immer. Die Ursache hiervon werde ich alsbald darzulegen versuchen. Dazu ist es vorher nöthig, sich eine Vorstellung von der Form der Läppchen in ihrer Ganzheit als Körper zu

verschaffen, und deswegen muss man nicht versäumen, auch die Oberfläche der Niere und die mit derselben parallelen Schnittflächen zu betrachten. Die Oberfläche der injicirten Niere ist schon von Huschke und Joh. Müller genau beschrieben und abgebildet. Dieselbe zeigt eine Menge geschlängelter, zusammenhängender Windungen, denen ähnlich, welche sich auf der Oberfläche des Gehirns finden, welche dadurch, dass sie sich neben einander legen, und dann wieder bogenförmig von einander entfernen, Abtheilungen oder Läppchen von unregelmässiger, meistentheils gerundeter und länglicher Form bilden. Aus dem Inneren der Niere, sagt Müller, gehen von allen Seiten Harnkanälchen hervor, und laufen über die Windungen der Läppchen weg, bis sie, gefiedert verzweigt, dem Rande der Windungen sich nähern, wo sie verschwinden, indem sie mit einer merkwürdigen Regelmässigkeit allen Biegungen und Krümmungen derselben folgen. Einzelne Windungen haben eine einzige Reihe von gefiederten Harnkanälchen. An einigen Stellen, wo zwei Windungen dicht neben einander liegen, scheint es, als wenn sie ein breites Band bildeten, nur durch eine Mittel-Furche abgetheilt, bis zu welcher die Harnkanälchen von beiden Seiten hinaufsteigen, ohne dass sie jedoch dort in Verbindung mit einander treten. An anderen Stellen wiederum, wo zwei Windungen zusammenstossen, kommen die Harnkanälchen zwischen beiden hervor, und verlaufen, die einen bis zu dem Rande der einen, die andern bis zu dem Rande der andern Windung, in einander entgegengesetzten Richtungen. Ich habe diese Beschreibung grösstentheils entlehnt, weil ich keine kürzere und treffendere liefern könnte. Was Müller Harnkanälchen nennt, das sind die Endstücke der Sammelröhren und ihre Zweige sind die davon ausgehenden engen, schleifenförmigen Kanälchen. Huschke und Müller gründeten auf ihre richtigen Beobachtungen den, wie schon Hyrtl gezeigt hat, unrichtigen Schluss, dass alle Zweige an der Stelle, wo sie, dem Blicke sich entziehend, sich in die Substanz einsenken, um eine parallele Richtung einzuschlagen, blind endigten. Daher die Sage von den „hirschgeweihförmigen Harnkanälchen“.

Die von den Krümmungen der Windungen gebildeten Läppchen können entweder mit Huschke als solche aufgefasst werden, wo die Sammelröhren in der Richtung nach dem Mittelpunkte laufen, oder auch als solche, wo die Sammelröhren vom Mittelpunkte aufsteigen und nach der Peripherie zu ausstrahlen. Das erstere ist sicher das Richtigere, da die Sammelröhren in dieser Richtung enger zusammenhängen. In-

dessen muss man dabei in Gedanken behalten, dass die einzelnen Läppchen nicht ein isolirtes Ganze für sich bilden, sondern mit den angrenzenden zusammenhängen, sowie auch dass ihre Form und Grösse sehr verschieden ist, so dass, wenn man von ihrem Mittelpunkte spricht, dieses Wort nicht allzu streng genommen werden darf. Die beste Vorstellung von den Verhältnissen der Läppchen erhält man, wenn man sich ein breites und dickes dehnbares Band in verschiedene Falten zusammengelegt denkt, so dass der eine Rand mehr ausgedehnt wird und auf diese Weise einen äusseren, grösseren Kreis bildet, während der andere hie und da nach innen zu in Spitzen ausgezogen wird. Die Spitzen entsprechen dann den Pyramiden, und in der That stimmt ja diese Anschauungsweise mit dem überein, was man von der ersten Bildung der Nieren weiss. Auf einer Schnittfläche, die parallel mit der Oberfläche der Niere liegt und nicht viel von derselben entfernt ist, tritt eine ähnliche Anordnung der Harnkanälchen in Gruppen hervor. Dieselben bilden nämlich auch hier geschlängelte, zusammenhängende Linien, die oft zusammenstossen, um sich ebenso oft wieder zu trennen. Die Sammelröhren sind natürlich quer oder schräg durchschnitten und ihre Aeste zweigen sich, wie die Zacken einer Gabel, in der Richtung nach dem Innern des Läppchens zu, ab und begegnen dort anderen ähnlichen Zweigen, welche von Sammelröhren in einer nahe gelegenen Windung ausgehen, während sie zugleich in entgegengesetzter Richtung gegen die Zweige in der Windung verlaufen, die in ihrer Nähe auf der anderen Seite liegt. Näher der Basis der Pyramide wird die Läppchenbildung undeutlicher und lässt sich hauptsächlich an den zwischen den Läppchen verlaufenden grösseren Blutgefässen erkennen. Sie sind dort etwas kleiner und haben eine mehr polygonale Form.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass, wenn auf einer senkrecht zu der Oberfläche der Niere genommenen Schnittfläche eine langgestreckte Windung der Länge nach durchschnitten ist, hier keine Läppchen, sondern nur neben einander liegende längere und kürzere Stücke von Harnkanälchen hervortreten, deren Zweige entweder gegen den Beschauer oder von demselben hinweg gerichtet sind. Sind die Zweige nahe bei der Sammelröhre durchschnitten, so scheinen sie nach verschiedenen Seiten hin zu laufen, und die Sammelröhre geht von einem Zweige zum andern unter schwachen seitwärts gerichteten Zickzackbiegungen. An einer etwas abseits liegenden Stelle verschwindet die Sammelröhre grösstentheils, und nur die quer oder schräg durchschnittenen Lumina der Zweige

zeigen sich, oder auch, wenn der Schnitt dicker ist, ein kürzeres Stück derselben. An den Rändern der plattgedrückten Niere liegt bisweilen ein Läppchen nicht nur mit seinem Scheiteltheil, sondern auch mit einem guten Stück seiner Seite zu Tage. Es würde zu weitläufig sein, alle die Verschiedenheiten zu beschreiben, welche verschiedene Schnittflächen darbieten können. Sie lassen sich leicht verstehen, wenn man nur die wesentliche Anordnung der Harnkanälchen und Blutgefässe festhält.

Die Anzahl der Sammelröhren, welche zu derselben Gruppe gehören, wechselt nach der Grösse des Läppchens. Hyrtl schätzt dieselbe auf 12—20: sie kann sich sicher bedeutend höher belaufen. An der Oberfläche der Niere liegen die Sammelröhren in einem Abstande von 0,1 — 0,13 Mm. von einander. Die schleifenförmigen Kanälchen zweigen sich an der Basis der Läppchen in weiteren Zwischenräumen ab, als an der Oberfläche der Niere. Ihr Abstand von einander verringert sich von 0,1 bis zu 0,03 Mm. Ich habe bis zu 30 solcher Zweige an einer Sammelröhre gezählt; aber wahrscheinlich ist diese Zahl im Durchschnitt zu niedrig, und ausserdem kommt bei der Bestimmung ihrer Gesammtzahl noch dieser Umstand in Betracht, dass die Sammelröhren sich auch in der Rinden-Substanz theilen.

Dass eine und dieselbe Pyramide ihre Harnkanälchen nach verschiedenen Läppchen hin entsendet, leidet keinen Zweifel — man sieht dies sowohl auf Längsschnitten als auf dickeren Querschnitten durch die Basis der Pyramide —; und ich finde nichts, was dem im Wege stände, dass, wie Hyrtl angiebt, einige Läppchen ihre Harnkanälchen gleichfalls von verschiedenen Pyramiden erhalten. Dies wird vielmehr durch den Umstand einigermaassen wahrscheinlich gemacht, dass, wie ich oft gesehen habe, die Harnkanälchen in der einen Hälfte eines Läppchens injicirt und in der andern leer sein können, ohne dass irgend ein Hinderniss für das Eindringen der Masse in dieselben entdeckt werden konnte.

Die gröberen Blutgefässe in der Niere folgen anfänglich grösstentheils der Verzweigung des Ureters und dringen darauf zwischen den Pyramiden in die Rinden-Substanz ein. Die Venen verlaufen hier, unter fortgesetzten Theilungen, zwischen den Windungen, und zwar so, dass der eine Theil von ihren Zweigen schliesslich in die Mitte eines Läppchens zu liegen kommt, der andere dagegen zwischen zwei solchen Windungen. Sie anastomosiren vielfach mit einander. Die

feineren Arterien dagegen haben ihren Platz innerhalb der Windungen und erstrecken sich gegen den Scheitelpunkt der Läppchen in derselben Richtung wie die Sammelröhren, ungefähr in der Mitte zwischen denselben und der Axenvene. Sie geben unterdessen beständig kurze Zweige ab, welche Glomeruli tragen. Ist die Niere vollständig injicirt, so sieht man, besonders gut an den Stellen, wo die Harnkanälchen quer durchschnitten sind, jeden derselben von einer farbigen Zone umgeben, der Kanal mag eng oder weit sein und in der Pyramide oder in der Rindensubstanz liegen. Irgend eine Verwechselung der engen, schleifenförmigen Kanälchen mit Blutgefässen ist also nicht möglich.

---

Die Methode der Isolation der Harnkanälchen in Chlorwasserstoffsäure ist durch die Arbeiten Henle's, Ludwig und Zawarykin's, Roth's und Schweigger-Seidel's hinlänglich bekannt. Durch dieselbe ist es mir einige Male gelungen, vollkommen frei liegende Harnkanälchen zu erhalten, die in unzweifelhaftem Zusammenhange auf der einen Seite mit der Sammelröhre und auf der andern mit Müller'schen Kapseln standen. An einem dieser Präparate, welches ich noch wohlbehalten besitze, und dessen Sammelröhre sieben Zweige entsendet, von denen vier ganz kurz sind, und der fünfte eine Länge hat, welche beinahe der des ganzen schleifenförmigen Kanals entspricht, sind die beiden untersten Zweige, die beinahe in derselben Höhe ausgehen, in ihrer vollen Ausdehnung bis zu den Glomeruli vorhanden. Um dasselbe aufzubewahren und in eine Lage zu bringen, die jede Möglichkeit einer Täuschung ausschloss, musste ich es auf einer Nadelspitze von einem Objectglase auf ein anderes übertragen und es, durch Hebung und Senkung des Deckgläschens, der Flottirung unterwerfen, wodurch ich Gelegenheit erhielt, dasselbe in mehrfachen verschiedenen Stellungen zu betrachten. Sammelröhren dagegen habe ich nicht in ihrer ganzen Länge gesehen, aber wohl recht lange Stücke derselben, aus jeder Gegend ihres Verlaufs, mit Ausnahme der alleruntersten in der Spitze der Pyramide. Die Bilder, welche man durch Isolation der Harnkanälchen bekommt, stimmen in jeder Beziehung mit denen überein, welche die injicirten Präparate geliefert haben, und vervollständigen diese dadurch, dass sie unwiderleglich den Zusammenhang der Harnkanälchen unter einander und ihren Uebergang in einander und in die Müllerschen Kapseln mit ihren Glomeruli beweisen. Sind die Harnkanälchen vor ihrer Isolation mit Berliner Blau injicirt, so

hat man unter Anderm den Vortheil, dass sie besonders deutlich hervortreten. Die nicht injicirten Kanälchen werden nämlich in Glycerin sehr blass und durchsichtig.

Obgleich die meisten isolirten Harnkanälchen gewissermaassen unnatürlich gestreckt oder gedreht erscheinen, so sind doch ihre Krümmungen im Ganzen keineswegs auf künstliche Weise zu Stande gekommen, und man trifft eine nicht geringe Zahl in vollkommen natürlicher Lage, wovon man sich leicht überzeugen kann theils durch Vergleichung mit injicirten Präparaten, und theils dadurch, dass alle Harnkanälchen an entsprechenden Stellen dieselben wesentlichen Biegungen wiederholen. Es hat daher keine Schwierigkeit, zu bestimmen, zu welchem Theile eines Harnkanälchens ein ziemlich kleines Fragment eines solchen gehört, und man kann sogar mit annähernder Sicherheit angeben, welchen Platz in einem Läppchen ein einzelnes Harnkanälchen eingenommen hat. Weiter oben ist nämlich angegeben, dass die Sammelröhren an Breite und die schleifenförmigen Kanälchen an Länge — und, in der Nähe ihres Ausgangspunktes, auch an Breite —, in dem Maasse abnehmen, wie sie von der Basis der Pyramide sich entfernen. Dieselbe Regel gilt ebenfalls von den breiten, gewundenen Kanälchen mit ihren Kapseln, welche, gegen den Scheitelpunkt des Läppchens, allmählich sowohl an Länge als an Breite abnehmen. Wir wissen bereits, dass die schleifenförmigen Harnkanälchen, welche von dem äussersten und mittelsten Theile der verticalen Sammelröhre ausgehen, insofern sich von denen, welche zur Basis des Läppchens gehören, unterscheiden, dass die ersteren nicht aus der Rinden-Substanz heraustreten, während die letzteren sich mehr oder minder tief in die Pyramide einsenken. Meine Präparate mit isolirten Harnkanälchen in ihrer ganzen Länge stammen vom Scheiteltheil der Läppchen und sind von Tauben hergenommen.

Von der Sammelröhre, die hier unbedeutend breiter ist als das 0,013 Mm. breite schleifenförmige Kanälchen, geht dieses unter einem etwas spitzen oder beinahe rechten Winkel ab, und erstreckt sich in vollkommen gleicher Breite gerade aus, in einer Länge von 0,36 — 0,5 Mm., worauf dasselbe, mittelst einer einfachen Umbiegung oder in Form einer einfachen oder doppelten Schleife (der Central-Schleife), umwendet und mit seinem früheren Verlaufe parallel zurückgeht, an der Sammelröhre vorbei und noch eine kleine Strecke über dieselbe hinaus. Kaum merkbar sich verengernd, macht das enge, schleifenförmige Kanälchen hier einige kleine un-

regelmässige Krümmungen, biegt sich um (die peripherische Schleife) und nimmt rasch an Breite zu, um in das breite, gewundene Kanälchen überzugehen. Dieses, welches 0,026 Mm. in der Breite misst, schlägt dieselbe Richtung wie das schleifenförmige Kanälchen ein, und legt sich theilweise zwischen die beiden Schenkel des letzteren. Es geht also von seinem Ursprunge in der Nähe der Sammelröhre in ziemlich gerader oder mit schwachen Krümmungen versehener Linie, parallel mit den Schenkeln des schleifenförmigen Kanälchens, bis in die Nähe derselben Central-Schleife, wo es, ehe es diese erreicht hat, sich umbiegt, um bis zu der Sammelröhre oder etwas darüber hinaus zurückzukehren. Hier macht es eine neue Wendung und geht auf der centralen Seite der Sammelröhre alsbald mittelst eines ganz kurzen, 0,02 Mm. breiten Halses in die Müller'sche Kapsel über.

Das enge schleifenförmige Harnkanälchen macht also zwei Umbiegungen: die erste oder, weil sie in der Axe des Läppchens liegt, sogenannte centrale findet in seinem mittleren Theile statt; die andere oder peripherische, kurz vor seinem Uebergang in das gewundene Kanälchen. An dieser peripherischen Umbiegung hat auch das gewundene Kanälchen oft ebensoviel, wo nicht grösseren Antheil als das schleifenförmige. Der abgehende Schenkel ist gewöhnlich etwas kürzer als der zurücklaufende, weil dieser letztere meistentheils sich etwas über die Sammelröhre hinaus erstreckt. Die Form der Schleifen wechselt sehr bedeutend: einige sind vollkommen einfach, andere dagegen mehr entwickelt; aber diese Verschiedenheiten scheinen jeder Bedeutung zu entbehren und verdienen nicht im Detail beschrieben zu werden. Das breite gewundene Kanälchen macht mit derselben Regelmässigkeit zwei Umbiegungen: die centrale ungefähr in seiner Mitte, jedoch etwas seinem Ursprunge näher, und die peripherische kurz vor seinem Uebergange in die Kapsel. Bei der einen oder anderen dieser Umbiegungen macht es ausserdem oft eine kürzere Extra-Krümmung in entgegengesetzter Richtung. Das schleifenförmige Kanälchen legt also in seinem Laufe beinahe eine ganze Umdrehung zurück; das gewundene etwas mehr; dagegen ist die Ellipse, welche dieses letztere beschreibt, etwas kürzer. Die Müller'sche Kapsel ist oval oder beinahe kugelförmig und wenig breiter (0,036 Mm.), als das gewundene Kanälchen. Sie ist auf demselben in einer etwas schrägen Stellung befestigt und kommt auf die centrale Seite der Sammelröhre zu liegen.

Von den Harnkanälchen, welche zu dem mittelsten Theile eines Läppchens gehören, habe ich freilich keine Präparate, bei denen dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung vorkommen, aber solche, bei denen die Sammelröhre fehlt, während die Kanälchen unverletzt sind, oder solche, bei denen die Sammelröhre, das ganze schleifenförmige Kanälchen und der grösste Theil des gewundenen vorhanden sind, die Kapsel dagegen mit dem nächstliegenden Theile des Kanälchens abgerissen ist. Diese Kanälchen wiederholen treu die oben beschriebenen Verhältnisse, nur mit dem Unterschiede, dass alle die verschiedenen Theile etwas grösser sind.

Präparate, die den eben beschriebenen genau entsprechen, besitze ich auch von den basalen Harnkanälchen, deren schleifenförmige Kanälchen sich nur eine kürzere Strecke in die Pyramide hinabsenken. Gehen dieselben tiefer hinab, so bekommt man allerdings in Ueberfluss sowohl Stücke von Sammelröhren, mit von ihnen ausgehenden schleifenförmigen Kanälchen, als auch gewundene Kanälchen mit Kapseln und einem Theile des schleifenförmigen Kanälchens; aber das verbindende Stück ist abgerissen. Jedoch besitze ich mehrere derartige Stücke von solcher Beschaffenheit, dass man auch, abgesehen von dem allmählich stattfindenden Uebergang und den Resultaten, welche die injicirten Präparate geliefert haben, mit Sicherheit schliessen kann, dass nichts Wesentliches in den Verhältnissen der Harnkanälchen verändert ist. Zum Beispiel habe ich eine injicirte enge Schleife mit Schenkeln, die in kurzem Abstand von einander parallel laufen und von denen der eine, welcher gegen das abgerissene Ende hin etwas breiter als in dem übrigen Theile ist, beinahe 2 Mm. in der Länge misst, während der andere, in einer Entfernung von 0,5 Mm. von der Spitze der Schleife, ohne seinen geraden Lauf zu ändern, in ein gewundenes Kanälchen übergeht, welches nur in seinem Anfangsstücke Injections-Masse enthält.

Durchmustert man ausserdem Präparate aus dieser Gegend, welche nur zur Hälfte isolirt sind, so kann man den einen oder andern der Zweige der Sammelröhre weit hinab in die Pyramide verfolgen. Da dieselben ein vollkommen gleiches Aussehen haben, wie die schleifenförmigen Kanälchen, welche mit den gewundenen Kanälchen zusammenhängen, so verschwindet jeder Zweifel. Die Verschiedenheiten, welche die Kanälchen hier zeigen, bestehen also, ausser ihrer etwas vermehrten Grösse, hauptsächlich darin, dass die schleifenförmigen Kanälchen ihre peripherische Umbiegung nicht in der Rinden-

Substanz vollziehen, sondern in verschiedener Höhe in der Pyramide. Ihr Uebergang in die gewundenen Kanälchen findet an der Basis der Pyramide statt, und die meisten Kanälchen nehmen vorher merkbar an Breite ab. Das gewundene Kanälchen geht anfänglich ziemlich gerade, indem es den Lauf des schleifenförmigen Kanälchens fortsetzt, aber beschreibt darauf seinen Bogen unter einer Menge kleinerer, unregelmässiger Krümmungen. Die Sammelröhre misst hier 0,025 Mm., das schleifenförmige Kanälchen an seinem Ausgangspunkt 0,02 Mm., weiterhin 0,016 — 0,018 Mm. und sinkt bisweilen bis zu 0,009 kurz vor seinem Uebergange in das 0,033 breite gewundene Kanälchen, dessen Kapsel einen Durchmesser von 0,049 Mm. erreicht, während sein Hals 0,023 Mm. breit ist. Bei Hühnern sind die Dimensionen der Harnkanälchen etwas grösser, aber das Grössen-Verhältniss der verschiedenen Theile zu einander bleibt dasselbe.

Die meisten der isolirten Harnkanälchen findet man verstümmelt und zwar auf die Art, dass das schleifenförmige Kanälchen, kurz nach seinem Ausgang von der Sammelröhre, oder kurz vor seinem Uebergange in das gewundene Kanälchen, abgerissen ist, sowie dieses letztere gleichfalls an der einen oder anderen seiner Krümmungen leicht abbricht. Oft trifft man grössere Klümpchen, welche von einer Anzahl unvollständig isolirter Harnkanälchen gebildet werden, die so ziemlich ihre natürliche gegenseitige Lage behalten haben. Wenn diese Klümpchen von dem peripherischen Theile der Rinden-Substanz ihren Ursprung nehmen, so gehören alle hier befindlichen Sammelröhren zu demselben Läppchen und entsenden ihre gewundenen Kanälchen in derselben Richtung. Kommen sie dagegen aus der Gegend, wo die Rinden- und Mark-Substanz an einander grenzen, so enthalten sie einige grössere auseinandergehende Sammelröhren mit ihren Verzweigungen, welche ihre gewundenen Kanälchen in verschiedenen Richtungen entsenden.

Die schematische Zeichnung von dem Laufe der Harnkanälchen bei den Vögeln, welche Hüfner mitgetheilt hat, ohne jedoch nähere Gründe dafür anzuführen, gilt nur für die Kanälchen, die sich in die Pyramide einsenken. Die Anordnung der übrigen Kanälchen erinnert ziemlich stark an die Verhältnisse bei den Schildkröten.

---

Die gröberen Sammelröhren in den Pyramiden haben ein ziemlich klares Epithel, welches aus hohen, cylinderförmigen Zellen besteht, die mit sechseckigen Grundflächen auf der

structurlosen Membran befestigt sind, und die in der Nähe ihres basalen Endes sphärische Kerne mit Kernkörperchen enthalten. In demselben Maasse wie die Sammelröhren in der Rindensubstanz sich verjüngen, nimmt auch das Epithel an Höhe ab und die Zellen werden zugleich etwas trüber. Das Epithel der engen schleifenförmigen Kanälchen ist niedrig und seine einzelnen Zellen sind schwer zu unterscheiden. Ihre freien Ränder bilden zusammen einen klaren Saum, der das Lumen des Kanälchens rings umgiebt.

An frischen Präparaten tritt das Epithel durch den Druck des Deckgläschens leicht aus den gewundenen Kanälchen heraus und bildet dann kürzere oder längere Cylinder, die aus einer Menge beinahe sphärischer, trüber, feinkörniger Zellen bestehen. Durch Zusatz von einem Tropfen Wasser schwellen dieselben auf und zeigen in ihrem Innern einen runden Kern, der mit einem oder zwei Kernkörperchen versehen ist. Wenn es einige Tage in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt ist, zeigt das Epithel im Wesentlichen dieselben Eigenschaften. Die einzelnen Zellen haben eine stumpf keilförmige Gestalt und, obgleich sie an Grösse etwas wechseln, je nach der Breite des Kanälchens, behalten sie doch immer eine ansehnliche Höhe im Verhältniss zu den Epithel-Zellen in den schleifenförmigen Kanälchen und in den Sammelröhren. Während das Lumen dieser letzteren im Durchschnitt $^1/_3$ der Breite des Kanälchens einnimmt, beträgt das Lumen der gewundenen Kanälchen nur $^1/_4$—$^1/_5$ derselben. Die Zellen sind mit ihrem breiteren Ende an der Basal-Membran befestigt, hängen aber mit ihr bedeutend loser zusammen, als die Zellen in den schleifenförmigen Kanälchen. Man findet dies nicht nur, wie oben erwähnt, an frischen Präparaten, sondern auch an erhärteten, bei denen nicht selten ein Kranz von gut erhaltenem Epithel in einem quergeschnittenen Kanälchen frei liegt. Hierzu stimmt weiter der Umstand, dass man an isolirten und zugleich injicirten Präparaten das Lumen der schleifenförmigen Kanälchen immer von zwei klaren, ungefärbten Contouren von ungefähr derselben Breite, wie das Lumen der Kanälchen, begrenzt sieht, während diese Contouren bei den gewundenen Kanälchen fehlen.

Es erübrigt nun noch, im Zusammenhang mit der Beschreibung des Epithels der Harnkanälchen, auch über die Beschaffenheit des festen Harns der Vögel und die Veränderungen, welchen gewisse bei dessen Absonderung wirksame Epithelzellen unterworfen sind, ein Wort zu sagen. Schon die älteren Anatomen bedienten sich der Gegenwart des weiss-

glänzenden Harns in den Harnkanälchen, um deren Verlauf zu studiren; aber erst Wittich[1]) machte aufmerksam auf die Gegenwart der harnsauren Salze auch in den Epithel-Zellen der Kanälchen. Man sieht sie daselbst bald nur als in den peripherischen Theilen der Zelle zerstreute, das Licht stärker brechende, unregelmässig rundliche, gelbliche Körnchen, bald als compactere, den Kern meist verdeckende Massen, die bei auffallendem Lichte silberglänzend, bei durchfallendem bräunlich erscheinen. Er fand weiter, dass die Müller'schen Kapseln nicht an der Bildung derselben theilnehmen, welche übrigens in den verschiedenen Theilen des Parenchyms „ungleichmässig und ungleichzeitig" vor sich geht. Er benutzte Nieren, die in ätherhaltigem Alkohol gehärtet und danach getrocknet waren.

Diese Beobachtungen Wittich's sind kürzlich durch Meissner (Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels im thierischen Organismus in dieser Zeitschr. Bd. XXXI.) bestätigt und vermehrt. Dieser zeigt, dass der Harn bei den Vögeln aus lauter kleinen und grösseren glatten und sphärischen Körperchen besteht, die durch eine eiweisshaltige schlüpfrige Flüssigkeit gruppenweise zu undeutlich streifigen, zusammenhängenden Massen vereinigt werden. Die Harnkügelchen bestehen aus freier Harnsäure und zeigen eine Andeutung von strahligem Bau; viele sind etwa von der Grösse menschlicher Blutkörper, die meisten kleiner. Durch Behandlung mit destillirtem Waster verschwinden sie allmählich, indem zugleich die schönsten Harnsäure-Krystalle hervortreten. Doch hinterlassen sie anfänglich einen zarten, ganz blassen Rückstand von gleicher Grösse und Form, der jedoch bald gleichfalls verschwindet. Mittelst Ammoniak oder verdünnter Kalilauge wird dasselbe blasse Gerüst vorübergehend sichtbar; Essigsäure oder warmes Wasser dagegen löst dasselbe sofort auf. Meissner bemerkt weiter, dass die Bildung von Harnkügelchen unter Zerstörung von Epithelzellen in bestimmten Abschnitten der Harnkanälchen vor sich geht, welche zwischen den Müller-schen Kapseln und den gestreckt verlaufenden, geraden Harnkanälchen liegen, wahrscheinlich nur in dem gewundenen Theil der Kanälchen, auch unter Ausschluss des schleifenförmigen Abschnittes. In den geraden Kanälchen fanden sich Harnkügelchen immer nur in einem von durchaus wohl erhaltenen Epithel begrenzten Lumen. In den gewundenen Kanälchen dagegen, in denen recht reichlich Harnkügelchen

---

[1]) Ueber Harnsecretion und Albuminurie in Virchow's Archiv X. Bd,

enthalten waren, lag die structurlose Röhrenmembran stellenweise ganz frei; dabei war sehr oft solch ein Kanalstück stark erweitert und ganz angefüllt mit ungeordnet zwischen den zahlreichen Harnkügelchen liegenden Zellen, Zellenkernen und feinkörniger Masse. Verhältnissmässig selten fand er in der Niere noch vollständige Zellen mit Harnkügelchen im Innern.

Die von Meissner beschriebenen Harnkügelchen findet man ohne besondere Schwierigkeit in jeder Niere, in irgend einem Theile derselben. Bewahrt man jedoch sein Präparat in Wasser oder Glycerin auf, so verschwinden jene Kügelchen nach kurzer Zeit, auch ohne Zusatz von Essigsäure. Behandelt man das Präparat dagegen mit Terpentin und verwahrt es in Canada-Balsam, so treten sie besonders schön hervor und erhalten sich fortwährend unverändert. An einer Menge solcher Präparate habe ich diese Kügelchen in allen den verschiedenen Arten von Harnkanälchen sowohl in der Rinden-Substanz als in der Pyramide angetroffen; und ihr Vorhandensein in den engeren Kanälchen an letzterer Stelle liefert einen weiteren Beweis, wenn ein solcher erforderlich sein sollte, für den oben angegebenen Zusammenhang dieser Kanälchen mit den übrigen. Die kleinsten Harnkügelchen maassen im Durchmesser 0,005 Mm., die grössten dagegen bis zu 0,015 Mm., und je grösser sie waren, desto deutlicher zeigten sie eine krystallinische Beschaffenheit.

Nicht nur in den Sammelröhren, sondern auch in den schleifenförmigen Kanälchen liegen die Harnkügelchen immer in dem Lumen der Kanälchen, wobei diese nicht selten bedeutend erweitert, aber gleichwohl vollständig mit ihrem normalen Epithel bekleidet sind. In den breiteren liegen mehrere Kügelchen neben einander, in den engsten in Reihen hinter einander. Bisweilen kommt es auch vor, dass ein solches Kügelchen durch das Messer von seinem Platz entfernt ist, so dass es eine zufällige Stelle an dem Präparate einnimmt, welche möglicherweise zu unrichtigen Schlüssen führen könnte.

In den breiten gewundenen Kanälchen dagegen verhält es sich anders. Während die Kerne in einem Theil der Zellen hier sich kaum unterscheiden lassen, zeigen sie sich in anderen besonders deutlich, in der Form von hellen, stark lichtbrechenden, runden Körperchen. In einigen dieser Kerne nimmt man ausserdem kleine dunkle Körnchen wahr, welche allmählich an Grösse und Anzahl zunehmen und schliesslich dieselben ganz und gar ausfüllen, und welche dann bei durchgehendem Lichte als schwarzbraune, bei auffallendem Lichte

als stark silberglänzende Punkte scharf hervortreten. Ausserhalb der Kerne habe ich nie irgend einen Niederschlag einer solchen Masse angetroffen. Zellen mit so veränderten Kernen findet man an einigen kleineren zerstreuten Stellen in der Niere zuweilen besonders zahlreich. An quer durchschnittenen Kanälchen sieht man dann oft 8—10 solche Kerne in einem Kreise, mitten zwischen der Membran und dem Lumen des Kanälchens, liegen, was davon herrührt, dass jede Zelle einen solchen Kern besitzt. Ebenso oft findet man jedoch, dass nur einer oder einige von den Kernen, welche zu den Zellen gehören, die ein und dasselbe quer durchschnittene Kanälchen bekleiden, auf diese Art umgewandelt sind, während die übrigen unverändert oder in einem Uebergangszustand begriffen sind. In längs gehenden Kanälchen bilden die glänzenden Punkte zwei oder mehrere parallele Reihen.

In einigen gewundenen Kanälchen sind die mit solchen Kernen versehenen Zellen von der Basal-Membran abgelöst und liegen regellos in dem Kanälchen. Die umgewandelten Kerne scheinen in den gewundenen Kanälchen nicht dieselbe Grösse zu erreichen, wie die grösseren Harnkügelchen in den schleifenförmigen Kanälchen und in den Sammelröhren. Sie verschwinden auch rascher als diese in Wasser und Glycerin, weshalb ich dieselben auch nicht an solchen Präparaten zu sehen bekam, obgleich die Schnitte von derselben Stelle genommen waren, wie an den Präparaten, welche nach Behandlung mit Alkohol und Terpentin die umgewandelten Kerne in Menge aufwiesen. Legt man ein solches Terpentin-Präparat von Neuem in Alkohol, so verschwinden sie gleichfalls. Da indessen die in Frage stehenden veränderten Kerne im Wesentlichen dieselben, sowohl optischen als chemischen Eigenschaften zeigen, wie die kleineren Harnkügelchen in den schleifenförmigen Kanälchen, den Sammelröhren und dem Ureter, so kann es nicht zweifelhaft sein, wo und auf welche Weise die Harnkügelchen gebildet werden. Durch eine diesem Punkte speciell gewidmete vergleichende Untersuchung wird wahrscheinlich manche interessante Aufklärung sich ergeben.

---

## Erklärung der Tafeln.

Statt schematischer Zeichnungen ziehe ich es vor, vollkommen naturgetreue Abbildungen zu geben, in der Ueberzeugung, dass sich daraus die Anschauung des Ganzen für Jeden ohne Schwierigkeit von selbst ergeben wird.

Figur 1. Eine senkrecht gegen die Oberfläche der Niere genommene Schnittfläche, auf welcher die Harnkanälchen zum Theil injicirt sind, Vergr. 40 mal.

*u* — der Endzweig des Ureters, *P* — die Pyramide, *LL* — die Läppchen, *V* — Vene, *A* — Arterie, *G* — Glomeruli, *SR* — Sammelröhre, *SK* — schleifenförmiges Kanälchen, *cs* — dessen Central-Schleife, *ps* — dessen peripherische Schleife, *GK* — gewundenes Kanälchen, *Schl* — Scheitelpunkt des Läppchens.

Fig. 2. Isolations-Präparat von Harnkanälchen in ihrem ganzen Zusammenhange von der Sammelröhre bis zu den Glomeruli, aus dem Scheiteltheil der Läppchen einer Tauben-Niere. *SR* — Sammelrohr, *SK* — schleifenförmiges Kanälchen, *cs* — dessen Central-Schleife, *ps* — dessen peripher. Schleife, *GK* — gewundenes Kanälchen, *cu* — dessen Central-Umbiegung, *pu* — dessen peripherische Umbiegung. Vergr. 130 mal.

Fig. 3. Injicirtes Isolations-Präparat von Harnkanälchen in ihrer natürlichen gegenseitigen Lage. Die Injections-Masse ist nur eine kurze Strecke in das gewundene Kanälchen eingedrungen, welches an der centralen Umbiegung abgerissen ist. Aus dem mittleren Theile eines Läppchens von einer Hühner-Niere. Vergr. 130 mal.

Fig. 4. Injicirtes Isolations-Präparat von Harnkanälchen aus dem unteren Theile eines Läppchens von einer Hühner-Niere. Die Zeichnung ist durch Zusammenstellung von zwei Präparaten zu Stande gekommen. — Vergr. 130 mal.

Fig. 5. Das Ende eines gewundenen Kanälchens mit dem dazu gehörigen Glomerulus. Aus einer Tauben-Niere. Vergr. 220 mal.

Fig. 6. Querschnitt von zwei gewundenen Kanälchen und einer Sammelröhre, die ersteren mit umgewandelten oder in der Umwandlung begriffenen Kernen, das letztere mit einem Harnkügelchen im Lumen. Die die Kanälchen umgebenden Capillar-Blutgefässe sind injicirt. Vergr. 300mal.

Fig. 7. Querschnitt eines gewundenen Kanälchens, dessen von der Basal-Membran abgelöste Epithelzellen mit in der Umwandlung begriffenen Kernen versehen sind. Vergr. 630 mal.

---

# Ueber einige pathologische Veränderungen nach subcutaner Injection von Quecksilberchlorid bei Kaninchen.

Von

**Dr. J. Rosenbach,** Assistenten des pathol. Institutes zu Göttingen.

---

Man hat bekanntlich durch subcutane Injection von Quecksilberchloridlösung bei Thieren eine Reihe eigenthümlicher pathologischer Veränderungen hervorgerufen, so Hyperämien auf der Schleimhaut des Verdauungskanals, ferner eine Ablagerung von Kalkconcrementen in den geraden Harnkanälchen der Nierenrinde, besonders aber auch Diabetes. Die hierauf bezüglichen Versuche zu wiederholen, wurde ich von Herrn Prof. W. Krause aufgefordert, und wenngleich dieselben früher unterbrochen werden mussten, als ich gern gesehen hätte, so unternehme ich es doch bei dem allgemeinen physiologischen Interesse, welches sich an die bezüglichen Fragen knüpft, die Resultate kurz hier mitzutheilen.

Ich will zunächst die angewandten Untersuchungsmethoden besprechen. Die zu den Versuchen verwandten Thiere sassen in einem blechernen Behälter, von dessen Boden der gelassene Harn in ein Glas abfloss. Wenn nun die Thiere Durchfall hatten, so war der Harn stark verunreinigt und zu einer genauern Untersuchung nicht zu gebrauchen, während sonst derselbe bei einiger Sorgfalt meist hinlänglich rein erhalten werden konnte. Die Prüfung auf Eiweiss geschah durch Kochen des mit verdünnter Essigsäure angesäuerten Harns, ausserdem aber noch nach einer oder mehreren der bekannten Methoden*). Die quantitative Bestimmung des Ei-

---

*) S. Hoppe-Seyler, Handbuch der chemischen Analyse. 1865. S. 179.

weisses geschah durch Wägung; auch hierbei bin ich ganz den Vorschriften des erwähnten Handbuches gefolgt.

Die Untersuchung auf Zucker wurde in der von Städeler und W. Krause*) vorgeschlagenen Weise an dem möglichst frischen und wenn nöthig von Eiweiss befreiten Harn vorgenommen. Zur quantitativen Untersuchung durch Titriren war es nöthig, den Harn vorher zu reinigen, weil sich sonst das Kupferoxydul zu schlecht absetzt, und auch geringe Mengen desselben gelöst werden können. Die Reinigung geschah durch Fällen mit Bleiessig, indem dann das überflüssige Bleisalz aus dem Filtrat durch Schwefelwasserstoff entfernt wurde.

Die an einigen Thieren gemachten Temperaturmessungen habe ich nach dem Vorgange von W. Krause und Edenhuizen in der Falte zwischen Bauch und Oberschenkel angestellt, wo nach jenen Versuchen das Thermometer bis zu derselben Höhe steigt als z. B. in der Vagina.

Die Injectionen wurden den Thieren am Rücken, einige Finger breit seitlich von der Wirbelsäule, gemacht. Es wurde stets eine Lösung von Quecksilberchlorid in wenig Wasser subcutan injicirt mit einer kleinen gläsernen Spritze mit stählerner Canüle, wie man sie zu subcutanen Morphium-Injectionen gebraucht.

I. Versuch. Einem mittelgrossen grauen gesunden Thiere wurden 0,04 Gramm Sublimat injicirt. Dasselbe zeigte sich schon am andern Morgen ziemlich collabirt, bekam heftige Diarrhöe und starb, nachdem Nachmittags die Injection von 0,04 Gramm wiederholt war, am Abend dieses Tages. Der stark verunreinigte, in geringer Menge gelassene Harn liess dennoch eine starke Reduction der Kupferlösung erkennen. Die Obduction ergab Folgendes: Das subcutane Bindegewebe zeigte an der Stelle, wo die Injection gemacht war, eine geringe etwa Thaler-grosse röthlich gefärbte seröse Infiltration. Dieser Befund wiederholte sich bei allen folgenden Versuchen. Lungen und Herz zeigten nichts Abnormes. Die Schleimhaut des Magens und des Dünndarmes ist schwach geröthet, die Peyer'schen Drüsen sind etwas grösser und auch gerötheter, als in der Norm. Im Coecum ist die Schleimhaut dunkel geröthet, die Gefässe stark gefüllt. Hier und dort sind Stellen der Schleimhaut etwa von der Grösse einer Bohne erodirt und mit dunklen Blutaustritten bedeckt. Die Spiralfalte, eine

*) Ueber die Zusammensetzung des Milchzuckers und sein Verhalten gegen Kupferoxyd. Verhandl. der Züricher naturf. Gesellschaft. Bd. IV. S. 472. Pharmac. Centralblatt. 1854. S. 436.

mehrere Linien breite Schleimhautfalte, welche das ganze Kaninchen-Coecum in Form einer Spirale durchläuft, war ganz von diesen Blutaustritten bedeckt, ja am freien Rande derselben war die Schleimhaut verdickt und mit dunkelgrünlichen Massen bedeckt. Auch im Anfang des Dickdarmes ist die Schleimhaut sehr blutreich und zeigt einzelne jener Blutaustritte. Weiterhin habe ich diese Veränderungen nicht mehr gefunden, auch keine abnorme Röthe. Die Milz war weder vergrössert noch auffallend blutreich. Die Leber dagegen war stark blutreich aber nicht vergrössert. Auch die Nieren waren blutreich, wenn auch nicht so stark. Mikroskopisch fand ich sowohl Leberzellen als Nierenkanälchen normal; von den Concrementen Saikowsky's war nichts zu finden. Die Schleimhaut der Blase zeigte keine Veränderungen, ebenso das Gehirn und besonders der vierte Ventrikel.

Fast genau dasselbe Verhalten zeigten drei andere Thiere, denen ebenfalls 0,04 Gramm Sublimat injicirt wurden. Sie lebten nur 1—1½ Tage und litten alle an Durchfall. Der Urin wurde eher in verringerter, jedenfalls nicht vermehrter Menge gelassen und liess keine Reduction der Kupferlösung erkennen. Doch war er stark verunreinigt; es kann eine geringe Reduction übersehen sein.

In einem Falle wurde am Tage nach der Injection eine Temperatur von 38,8$^0$ Cels. gemessen. Der Sectionsbefund war im Wesentlichen ganz derselbe wie der vorhin mitgetheilte.

Nach diesen Versuchen hielt ich es für zweckmässig, geringere Dosen Quecksilberchlorid anzuwenden.

V. Versuch. Einem mittelgrossen scheinbar gesunden Thiere wurden 0,01 Gr. Sublimat injicirt. Es schien an den folgenden Tagen nicht krank zu sein, es frass und litt nicht an Durchfall. Die Temperatur war 39,3$^0$. Nachdem am 3. Tage die Injection mit derselben Menge wiederholt war, wurde am folgenden Morgen das Thier todt gefunden. Die Menge des gelassenen Harnes betrug in den ersten 48 Stunden 65 CC., später weniger. Der Urin war dunkelgelb, ziemlich klar, reagirte sauer und enthielt ziemlich viel Eiweiss und Zucker. Die Section ergab Folgendes: Die rechte Lunge zeigt hinten mehrere hart anzufühlende dunkelrothe Knoten ungefähr von der Grösse eines Groschens, welche über die Oberfläche hervorragen. Das Gewebe ist hier verdichtet. Die Schleimhaut des Magens und des Dünndarms ist geröthet, die Peyer'schen Drüsen sind etwas geschwellt und hyperämisch. Das Coecum ist stark blutreich; im obern Theil desselben finden sich auf der Spiralfalte mehrere hämorrhagische Stellen.

Auch im obern Theil des Dickdarms ist die Schleimhaut stark blutreich. Die Leber und die Nieren sind ebenfalls blutreich. Mikroskopisch finden sich in den geraden Kanälchen der Rindensubstanz an der Grenze zwischen dieser und der Marksubstanz stark lichtbrechende Körnchen, welche gegen Natron resistent sind, in Essigsäure aber ohne Gasentwicklung verschwinden. Der Blasenharn enthält Eiweiss, aber keinen Zucker.

VI. Versuch. Einem kleinen magern Thiere wurden 0,01 Gr. Sublimat injicirt. Es zeigte sich nicht elend am andern Morgen, die Temperatur war 39,6⁰. Am 2. Tage wurde die Injection wiederholt. Erst am 4. Tage nach der ersten Injection starb das Thier, ohne vorher an Durchfall gelitten zu haben. In den ersten 48 Stunden wurden 70 CC. Harn gelassen, später verringerte sich die Harnsecretion. Der Harn enthielt nur Spuren einer reducirenden Substanz. Der Blasenharn war etwas röthlich; er enthielt Blutkörperchen und Eiweiss.

Bei der Obduction fanden sich im Netz zahlreiche Cysticerken. Magen- und Dünndarmschleimhaut war schwach geröthet. Im Coecum und im Anfang des Dickdarms war sie stärker blutreich. Im obern Theil des Coecum zeigte die Spiralfalte einige kleinere hämorrhagische Erosionen. Die Leber ist von zahlreichen verkalkten Cysticerken durchsetzt. Das Gewebe derselben ist blutreich und leicht zu zerdrücken. Die Nieren sind nicht besonders blutreich, aber sie zeigen die von Saikowsky beschriebenen Veränderungen. Auf dem vom convexen Rande bis zum Hilus der Nieren geführten Längsschnitt war nichts Besonderes zu sehen; hielt man jedoch einen dünnen Schnitt gegen das Licht, so bemerkte man parallel der Oberfläche der Niere einen undurchsichtigen Streifen gerade an der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz. Der Streifen war kaum 0,5 Mm. breit, auch war er nicht homogen, sondern es wechselten undurchsichtige mit durchsichtigen Partien ab. Mikroskopisch zeigte sich, dass diese undurchsichtigen Stellen von einer Infiltration der geraden Harnkanälchen mit einer stark lichtbrechenden Masse herrührten. Man sieht, dass immer Bündel von 2—4 infiltrirten Kanälchen mit etwa eben so vielen nicht afficirten wechselten, ganz wie es Saikowsky*) beschreibt. Die infiltrirte Masse ist zuweilen homogen, zuweilen besteht sie aus aneinanderliegenden Schollen. Sie tritt bis ganz an die Wandung der Kanälchen heran, so dass von Epithel zwischen

---

*) Archiv f. patholog. Anatomie. 1866. Bd. 37. S. 346.

beiden nichts zu sehen ist. Querschnitte zeigen, dass zuweilen in der Mitte der Kanälchen noch ein Lumen bleibt. Die Masse war gegen Natronlauge vollkommen resistent, durch Säuren verschwand sie unter sehr geringer Gasentwicklung, langsam durch Essigsäure, rascher durch Salz- oder Schwefelsäure. Bei Anwendung von letzterer traten nach dem Schwinden zahlreiche Gypskrystalle auf. Immer blieb ein organisches Gerüste zurück, in dem ich keine Kerne unterscheiden konnte.

VII. Versuch. Ein ziemlich grosses graues Thier lebte, nachdem ihm 0,01 Gr. Sublimat injicirt war, noch 3 Tage. Es litt nicht an Durchfall und zeigte keine Polyurie. Der Harn reagirte sauer, war braun, nicht durchsichtig und enthielt sowohl Zucker als Eiweiss. Der Blasenharn war fast klar, etwas opalescirend, dunkelgelb. Er reagirte schwach sauer, enthielt ziemlich viel Eiweiss. Die Zuckerbestimmung ergab 0,53 % Traubenzucker. Der Nachweis von Zucker im Harn wurde hier auch durch Gährung geführt.

Die Obduction ergab Folgendes: Im obern Lappen der rechten Lunge waren mehrere blaurothe verdichtete Stellen. Die Schleimhaut des Magens und des ganzen Dünndarms war entschieden hyperämisch. Im Coecum war die Schleimhaut noch dunkler geröthet als im Dünndarm. Die Spiralfalte zeigte im obern Theil des Coecum einige kleinere hämorrhagische Erosionen. Die Leber war nicht vergrössert, aber blutreich. Auch die Nieren waren blutreich, weniger die Milz.

Die Niere zeigte mikroskopisch jene Kalkkörnchen in den geraden Kanälchen der Rindensubstanz.

VIII. Versuch. Einem kleinen Albino wurden 0,01 Gr. Sublimat injicirt, nachdem vorher die Haare von der Stelle der Injection entfernt waren. Es konnte dort in den beiden Tagen, welche das Thier lebte, keine Veränderung wahrgenommen werden. Das Thier liess nur äusserst wenig Harn (20—30 CC.) in diesen 2 Tagen. Derselbe war schwach sauer, bräunlich und enthielt Zucker und Eiweiss. Auch dieses Kaninchen hatte in der rechten Lunge im obern und mittlern Lappen einige blaurothe verdichtete Stellen. Die Magen- und Darmschleimhaut war auch hier geröthet. Die Schleimhaut des Coecum zeigte stärkere Röthung und Injection der Gefässe, doch wurden hämorrhagische Erosionen nicht gefunden. Die Leber war nicht vergrössert aber sehr blutreich. Milz und Nieren zeigten weder in Grösse noch Farbe bemerkenswerthe Abweichungen von der Norm. Auch mikroskopisch konnte in der Niere nichts Abnormes gefunden werden. Das Gehirn

und namentlich der vierte Ventrikel boten keine pathologischen Veränderungen dar.

IX. Versuch. Ein kleines grau-weisses Kaninchen lebte 3 Tage nach einer Injection von 0,01 Gr. Sublimat. Es litt nicht an Durchfall und zeigte keine Vermehrung der Harnsecretion. Der Harn war hellgelb, beinahe klar, reagirte schwach sauer und enthielt reichlich Eiweiss und Zucker. Bei der Obduction zeigte sich die Schleimhaut des Magens und Dünndarms etwas geröthet. Im Ileum sind auch die Peyer'schen Drüsen etwas geschwollen und blutreich. Je weiter man im Dünndarm nach unten fortschreitet, desto stärker wird die Röthung der Schleimhaut. Im Coecum ist sie recht dunkel und blutreich. Blutaustritte finden sich nicht. Die Leber ist nicht vergrössert aber dunkel und morsch. Milz und Nieren sind weniger blutreich. Mikroskopisch ist an letztern nichts Besonderes zu finden. Das Gehirn zeigt nichts Abnormes.

X. Versuch. Das zu diesem Versuch benutzte Thier war ein Albino von mittlerer Grösse und kräftiger Muskulatur. Es zeigte sich sehr munter und frass mit gutem Appetit. Der gelassene Harn war bierbraun und frei von Eiweiss und Zucker. Die Menge desselben betrug in 48 Stunden 180 CC. Diesem Thiere wurden nun 0,009 Gr. Sublimat injicirt und zugleich ungefähr 4 Gramm einer Mischung von kohlen- und phosphorsaurem Kalk demselben in den Magen gebracht, weil ich hoffte durch eine reichlichere Zufuhr von Kalksalzen die Bildung von Concrementen zu begünstigen. Nach 3 Stunden hatte das Thier 30 CC. Harn gelassen, welcher auffallend gegen den andern Harn abstach durch seine helle, bernsteingelbe Farbe. Er reagirte schwach sauer. Eiweiss und Zucker waren in demselben nicht zu finden. Das spec. Gew. war 1012. Am Tage nach der Injection war das Thier munter und frass mit gutem Appetit. Es waren 50 CC. Harn von 1019 sp. Gew. und von brauner Farbe gelassen, welcher 0,151 % Eiweiss und 0,28 % Zucker enthielt. Am 2. Tage nach der Injection war das Befinden nicht geändert. Es waren 55 CC. brauner Harn gelassen von 1029 sp. Gew. Es wurden mit demselben mehrere Eiweiss- und Zuckerbestimmungen gemacht, und zwar so, dass die dazu verwandten Portionen des Harns zum Zweck der Zuckerbestimmung jede für sich mit Bleiessig gereinigt wurden. In der ersten Probe wurden 0,20 % Eiweiss und 0,489 % Zucker gefunden, in der zweiten 0,19 % Eiweiss und 0,483 % Zucker. Eine dritte durch Wägen des niedergeschlagenen Kupferoxyduls gemachte Zuckerbestimmung ergab 0,486 %. Auch am 3. Tage nach der Injection war das Befinden des Thiers

noch gut. Es waren 132 CC. bierbraunen Harns gelassen von 1016 spec. Gew., welcher 0,2 % Eiweiss und 0,32 % Zucker enthielt. Am 4. Morgen nach der Injection wurde das Thier todt gefunden. Das am Abend vorher gereichte Futter war zum Theil verzehrt. Es waren 40 CC. Harn gelassen, welcher Zucker und Eiweiss enthielt. Der Blasenharn war dunkelgelb und ganz klar, von 1028 spec. Gew. Derselbe enthielt 0,36 % Eiweiss und 0,22 % Zucker. Die Hinterbacken des Kaninchens waren mit dünnem Koth beschmutzt; es hatte in der letzten Nacht etwas Durchfall bekommen. Die Obduction ergab Folgendes: Lungen und Herz zeigen sich normal. Die Schleimhaut des Magens ist blass, die des Dünndarms schwach geröthet. Die Peyer'schen Drüsen sind nicht verändert. Die Schleimhaut des Coecum ist dunkler geröthet; von Blutaustritten zeigt sich nirgends etwas. Auch im obern Theil des Dickdarms ist die Schleimhaut ziemlich blutreich. Das Rectum ist mit breiigen Kothmassen gefüllt. Die Leber ist nicht vergrössert, aber sehr blutreich, auch ist ihr Gewebe wohl etwas morscher, als das einer gesunden Kaninchenleber. Die Milz ist weder vergrössert noch besonders blutreich. Die Nieren sind ziemlich blutreich. Mikroskopisch ist an ihnen nichts Besonderes zu finden. Gehirn und besonders der 4. Ventrikel zeigen nichts Pathologisches.

Die Resultate dieser Versuche stimmen in den wesentlichen Punkten mit denen Saikowsky's überein, doch ergeben sich in mancher Beziehung auch erhebliche Verschiedenheiten. Zunächst wurde in meinen Versuchen die Vergiftung schlechter ertragen, was auf geringere Körpergrösse der von mir verbrauchten Kaninchen zurückzuführen sein dürfte. Dieselben collabirten nach Injectionen von 0,04 Gramm Sublimat schon in 24—36 Stunden; bei einer Dosis von 0,01 Gramm erhielten sie sich 3—4 Tage. Die in 3 Fällen gemessene Körpertemperatur zeigte sich nicht erhöht. Durchfall stellte sich bei der grössern Dosis immer, bei der kleinern nur in Einem Falle ein. Wie in Saikowsky's Fällen wurde auch in diesen Versuchen Hyperämie der Magen- und Darmschleimhaut gefunden. Die stärkste Hyperämie war ohne Ausnahme im Coecum und im obern Theile des Dickdarms, auch fanden sich hier hämorrhagische Erosionen und zwar am constantesten und intensivsten auf der Spiralfalte, namentlich an den freien Rändern derselben. Nimmt man zu diesem Befunde den von Saikowsky geführten Nachweis von Quecksilber im Speichel und im Koth der Kaninchen, so liegt es nahe, diese Veränderungen der Darmschleimhaut aus einem örtlichen Reiz zu erklären, welchen

eine dem Darminhalt beigemengte Quecksilberverbindung auf sie ausübt; denn da sich im Coecum der Darminhalt längere Zeit aufhält und da die freien Ränder der Spiralfalte von allen Seiten mit dem Darminhalt in Berührung kommen, so sind gerade diese Theile der Einwirkung eines in demselben enthaltenen reizenden Stoffes am meisten ausgesetzt.

Meine Beobachtungen über den Harn der durch subcutane Sublimatinjection vergifteten Kaninchen differiren wesentlich von denen Saikowsky's dadurch, dass ich in allen Fällen, welche darauf untersucht werden konnten, denselben eiweisshaltig fand, während Saikowsky davon nichts erwähnt. Eine erhebliche Vermehrung der Harnsecretion konnte ich nicht constatiren, doch zeigte sich in manchen Fällen ein Klarwerden des Harns.

Diabetes wurde in den meisten Fällen entschieden beobachtet. Derselbe erreichte indess nur einen geringen Grad. Es wurden nur einmal voll 0,5 % Zucker im Harn gefunden und nicht viel mehr als 0,4 Gramm in 24 Stunden ausgeschieden. Der Diabetes dauerte 3—4 Tage, meistens bis zum Tode des Thieres.

Es scheinen sich an diese Versuche Fälle anzuschliessen, in denen man bei Menschen mit Diabetes mellitus Concremente von phosphorsaurem Kalk in der Rindensubstanz der Nieren gefunden hat. Ein solcher Fall ist von W. Krause*) und Erythropel mitgetheilt. Die Kalkablagerungen lagen in diesem Falle in den gewundenen Kanälchen der Rindensubstanz nicht weit von der Einmündung derselben in die Kapseln. Einige Male wurden dieselben unmittelbar vor jener Einmündungsstelle und nur durch den eingeschnürten Hals der Kanälchen, mit dem sie sich an die Kapsel ansetzen, von ihr getrennt angetroffen. Denselben Befund boten noch zwei andere Fälle von Diabetes mellitus. In einem vierten Falle aber wurde vergebens nach Concrementen gesucht.

Es würde zu weit führen, die Hypothesen, welche man zur Erklärung der erwähnten Thatsachen aufstellen könnte, hier zu discutiren. Dagegen kann ich nicht unterlassen, auf die Analogie der oben mitgetheilten Lokal-Wirkung des subcutan injicirten Quecksilberchlorids, wobei diejenigen Abschnitte des Darmkanals fast allein afficirt sind, in welchen der Darminhalt stagnirt und durch Resorption eingedickt wird, mit den Local-Affectionen des Darmkanals bei Typhus etc. hinzuweisen. Man nahm sonst an, dass den sogenannten In-

*) Diese Zeitschrift 1865. Bd. 24. S. 214.

fectionskrankheiten sogenannte Dyskrasien oder vielmehr rasch eintretende Aenderungen der Blutmasse zu Grunde lägen. Diese allgemein geglaubte aber nie bewiesene Hypothese wird eines Theils ihrer Stützen beraubt, sobald sich zeigen lässt, dass giftige Substanzen — mag nun das Typhusgift ein organisirter oder chemischer Körper sein — trotz ihrer Einverleibung in die gesammte Blutmasse ganz local beschränkte Affectionen des untern Theiles des Darmkanals erzeugen können, während der obere Theil des letztern so gut wie frei bleibt.

Und dieses ist, wie oben gezeigt wurde, in der That bei subcutaner Einverleibung von Quecksilberchlorid der Fall.

---

# Mittheilungen aus dem anatomischen Institut in Tübingen.

## 1. Abweichungen in der Muskulatur der oberen Extremität, des Zwerchfells und des Nackens,

von Prof. **E. Dursy.**

(Hierzu Tafel V. und VI.)

---

### a. **M. brachioradialis** (Fig. 1 u. 2).

An der linken Extremität eines 42 Jahre alten Mannes fand ich an dem M. brachioradialis eine sehr merkwürdige bisher noch nicht beobachtete Abweichung, die sich sowohl auf seinen Bauch als auch auf seine Insertion bezog. Der Muskel entsprang wie gewöhnlich von dem Lig. intermusculare laterale und der lateralen Kante des Oberarmknochens, war jedoch von dem anstossenden Bauch des M. radialis externus longus nicht gesondert. Man erkannte jedoch alsbald den dem Radialis angehörigen Antheil an dessen hoch oben sich entwickelnder Insertionssehne, in welche schon nach kurzem Verlaufe die Fleischfasern übergingen. In ihrem weitern Verlaufe wurde jedoch die Sehne des M. radialis longus nicht sofort frei, weil sich der medianwärts angrenzende Bauch des Brachioradialis einen Uebergriff erlaubte und bis zu seinem untern Ende mit seinen Randbündeln an die genannte Sehne sich anheftete. Der M. brachioradialis machte so den Eindruck, als ob er an seinem unteren Ende in zwei breite Insertionssehnen sich spalte. Es geschah jedoch diese Anheftung nur an dem medialen Rand und dem zunächst angrenzenden Theil der vorderen Fläche der Sehne des Radialis ext. longus, nicht aber an dessen hinterer Fläche, so dass an dieser eine Trennung des Brachioradialis und Radialis ext. longus deutlicher vorlag.

Schon dieser Uebergriff allein gestattete dem Brachioradialis einen Einfluss auf die Streckung der Hand, womit er sich jedoch nicht begnügte, sondern noch seine ganze Insertionssehne dem Handrücken zusendete. Der M. brachioradialis heftete sich also überhaupt gar nicht an den Radius, sondern überschritt das Handgelenk, um sich auf dem Handrücken an die Basis des dritten Mittelhandknochens zu befestigen. Auf diesem Wege kreuzte er die hintere Fläche der Sehne des Radialis ext. longus und schob sich hinter die Sehne des M. radialis ext. brevis, die er medianwärts überragte und ihr ein Sehnenbündel abgab.

Brachioradialis kann daher der vorliegende Muskel nicht mehr genannt werden; man kann aber auch nicht sagen, dass der Brachioradialis an diesem Arme fehle, wie mir eingewendet wurde. Es fehlt ihm nur die normale Insertion, im Uebrigen aber ist dieser Muskel seiner Lage und Gestalt nach der gewöhnliche M. brachioradialis; auch die von Henle ihm einzig zugeschriebene Bedeutung eines Vorderarmbeugers mit Ausschluss einer supinirenden Wirkung bleibt. Seine Verirrung auf den Handrücken macht ihn zugleich zu einem dritten radialen Handstrecker.

Von Varietäten des M. brachioradialis ist mir nichts bekannt; sein Fehlen wurde nur Einmal von Henle beobachtet. Sollte sich ein solcher Fall wiederholen, so müsste zugleich das nähere Verhalten der beiden radialen Handstrecker untersucht werden, um einen wirklichen Mangel des in Rede stehenden Muskels zu constatiren.

### b. M. flexor digitorum sublimis.

An der rechten obern Extremität derselben Leiche suchte ich vergeblich nach einer Abweichung des M. brachioradialis, fand aber dafür an der medialen Hälfte des M. flexor digit. sublimis eine Unterbrechung des Bauches durch eine $2^1/_2$ Centim. breite und mehr als noch einmal so lange sehnige Inscription. Dieselbe trennte stellenweise die Fleischmasse völlig in einen obern und einen untern Bauch. Auch auf die Vorderfläche des Bauches erstreckte sich die Inscription, jedoch nur in Gestalt eines dünnen schmalen Streifens.

### c. M. biceps brachii und supinator brevis (Fig. 3 u. 4).

An dem Arm eines 49 Jahre alten Mannes fand ich eine auffallende Abweichung in der untern Hälfte des M. biceps brachii. Die beiden Bäuche dieses Muskels verbanden sich

nicht in der gewöhnlichen Weise mit einander, sondern gingen in gesonderte Insertionssehnen über und standen nur durch eine breite, schräg verlaufende, platte Fleischbrücke in Verbindung, die sich aus der lateralen Hälfte des Caput breve ablöste und lateralwärts zu dem untern Ende des Caput longum herabstieg. Es hatte somit jeder Kopf seine besondere für den Speichenhöcker bestimmte Insertionssehne, von welcher die mediale den gewöhnlichen aponeurotischen Schenkel in die Fascia antibrachii schickte.

Unterhalb des Ellenbogengelenkes verschmolzen beide sich abplattende und breiter werdende Sehnen mit ihren Rändern zu einer einzigen trichterförmig umgerollten Membran, welche den Speichenhöcker nebst der davorliegenden Bursa mucosa radialis umfasste. Ihre Anheftung an den Radius geschah entlang einer halbkreisförmigen Linie, die den Speichenhöcker oben, hinten und unten umgab. Die ungewöhnlich breite, an den Rändern umgerollte gemeinschaftliche Insertionssehne bildete somit eine Halbrinne, welche noch durch den M. supinator (brevis) zu einer Art Tasche vervollständigt wurde. Bekanntlich umfasst der Supinator in seiner obern Abtheilung mit einem halbmondförmig ausgeschnittenen Rande den lateralen Umfang des Speichenhöckers und wird dabei von der Bursa mucosa radialis bekleidet [Henle[1])]. An dem mir vorliegenden Präparate heftet sich diese Portion des supinator mit der oberflächlichen Lage ihrer Fleischfasern an die laterale Wand des Schleimbeutels, die sie durch Abgabe sehniger Bündel verstärkt. Namentlich aber sind es die beiden Schenkel des erwähnten halbmondförmigen Randes, deren Fleischfasern über den Schleimbeutel hinweg sich verlängern, um sich an die umgerollten Ränder der Sehne des Biceps anzuheften.

In Folge dieser Anordnung kommt es zur Bildung einer umfänglichen von der Bursa mucosa ausgekleideten Tasche, deren Wandung eine theils fibröse (Sehne des Biceps) theils fleischige (Supinator) Grundlage zeigt. Den Eingang in diese Tasche findet man am lateralen Rande der Sehne des Biceps, zwischen dieser und dem Supinator, und es wird derselbe hier durch die vordere Wand des Schleimbeutels geschlossen. Schlägt man nach Eröffnung des Schleimbeutels die Sehne des durchschnittenen Biceps herab, so gewinnt man einen freien Einblick in den Grund der Tasche, welcher den überknorpelten vordern Umfang des Speichenhöckers enthält. Der letztere zeigt in seiner Mitte eine ungewöhnliche tiefe Grube, in welche

---

[1]) Hdb. d. Muskellehre. 1858. S. 211.

sich eine bisher noch nicht erwähnte besondere dicke, strangförmige, 3 1/2 Millim. breite Sehne einfügt, ähnlich wie das Lig. teres des Hüftgelenkes in den Oberschenkelkopf sich einbohrt. Dieser über 3 Ctm. lange Strang entwickelt sich aus den getrennten Insertionssehnen der beiden Bäuche des M. biceps und entsprang mit einem breiteren Schenkel von der lateralen, mit einem viel schmaleren von der medialen Sehne. Die letztere enthielt hier ein kleine verknöcherte Stelle.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass die beschriebene Tasche sehr entwickelte und mannigfach gestaltete Plicae adiposae enthielt, welche sich zwischen den vordern Umfang des Speichenhöckers und die darüber hinweg gleitende Sehne des Biceps einschoben.

### d. **Unterzwerchfellmuskeln** (Fig. 5).

Besondere der unteren Zwerchfellfläche zukommende Muskelbündel oder auch mehr selbstständige kleinere Muskeln gehören zu den Seltenheiten. Die hierher gehörigen von verschiedenen Forschern aufgefundenen Fälle finden sich in Henle's Handbuch der Muskellehre des Menschen zusammengestellt, von welchen jedoch keiner zu meinem Funde passt. Die beiden von mir beobachteten Muskeln, die ich Unterzwerchfellmuskeln nennen will, waren ein rechter und ein linker. Jeder besass einen dünnen Bauch, der sich in eine lange, platte, am Ende sich verbreiternde Sehne zuspitzte. Beide verliefen in diagonaler Richtung von hinten und aussen nach vorn und innen, entlang dem hintern Rande des Centrum tendineum, und zeigten eine gegen das vordere Ende des Hiatus oesophageus convergirende Richtung. In ihrer Länge jedoch waren sie sehr verschieden.

Der sehr lange Unterzwerchfellmuskel der linken Seite zeigte einen platt cylindrischen, 8 Ctm. langen, jedoch nur 4 Millim. breiten Bauch, welcher in eine 9 Ctm. lange, anfangs sehr schmale, gegen das Ende aber 8 Millim. breite bandförmige Sehne sich fortsetzte. Der Muskelbauch entwickelte sich aus dem von der Gegend der 12. und 11. Rippe entspringenden Costaltheil des Zwerchfells, und verlief schräg nach innen und vorn gegen das hintere laterale Ende des linken Lappens des Centrum tendineum. Dort endigte er an dessen hinterem Rande und bedeckte zugleich die hier sich anheftenden Fleischbündel des Vertebraltheiles des Zwerchfells. Die Sehne setzte diesen Lauf entlang dem genannte Rande bis

dicht vor den vorderen Umfang des Hiatus oesophageus fort und verlor sich hier zwischen entgegenkommenden sie durchkreuzenden Sehnenfasern des Centrum tendineum. Von ihrem untern Rande spaltete sich in der Mitte ihrer Länge ein feines Sehnenbündel ab, welches dem Vertebraltheil des Zwerchfells sich auflegte. Dasselbe ging in zwei sehr kleine spindelförmige Muskelchen über, welche links von dem Speiseröhrenschlitz ihre Lage hatten und gegen dessen vorderes und hinteres Ende auseinanderwichen.

Bedeutend kürzer war der rechte Unterzwerchfellmuskel, dessen $2^1/_2$ Ctm. langer und 1 Ctm. breiter Bauch an der unteren Fläche des rechten Lappens des Centrum tendineum nicht weit von dessen hinterem Rande auflag und auch daselbst entsprang. Seine am hinteren Rande des Centrum tendineum sich fortsetzende dünne Sehne bedeckte die Insertion des rechten Vertebraltheils des Zwerchfells und nahm seine Richtung hinter dem Foramen venae cavae vorbei gegen den vorderen Rand des Hiatus oesophageus. Letzteren erreichte sie jedoch nicht, sondern verlor sich schon früher in dem Centrum tendineum.

Die Sehnen der beschriebenen beiden Muskeln sind genau an das Centrum tendineum geheftet und stellen unter gewöhnlichen Verhältnissen die bekannten transversalen mitunter zu platten Wülsten angehäuften Sehnenfasern dar, welche die hintere Grenze zwischen fleischigem und sehnigem Theil des Zwerchfells decken.

### e. **Ueberzähliger M. obliquus capitis inferior** (Fig. 6).

Zu beiden Seiten der Nackenwirbelsäule fand ich einen schlanken spindelförmigen Muskel, welcher kurzsehnig von der Spitze des Dornfortsatzes des zweiten Halswirbels entsprang und zwar jederseits von dem entsprechenden Höcker des genannten Fortsatzes. Lateralwärts aufsteigend übersprang er den Querfortsatz des Atlas, um sich direct mit kurzer Sehne an den hintern Rand des Processus mastoideus anzuheften.

---

## 2. Abweichungen in der Muskulatur der untern Extremität,

von **Georg Bahnsen**, med. stud. aus Glückstadt (Holstein).

An der rechten unteren Extremität derselben Leiche, welcher der oben beschriebene M. brachioradialis entnommen

ist, fand ich mehrere in der Litteratur nicht verzeichnete Abweichungen einiger Muskeln der Hüftgegend, des Unterschenkels und des Fusses. Ich wurde daher vom Herrn Prof. Dr. Dursy aufgefordert, die unter seiner Leitung gefundenen Ergebnisse meiner Untersuchung obiger Abhandlung anzuschliessen.

### a. Aeussere Hüftmuskeln (Fig. 7).

Die äusseren Hüftmuskeln liegen bekanntlich in mehreren Schichten übereinander, deren erste der M. gluteus maximus darstellt. Darunter liegen der M. gluteus medius, sowie die Mm. pyriformis, obturator internus cum gemellis und quadratus femoris. Den M. gluteus medius bezeichnet Prof. Henle[1]) als zweite Schicht, während er die drei folgenden mit dem M. gluteus minimus als eine in vier Muskeln zerfallende dritte Schicht zusammenfasst. Von den Muskeln dieser Schicht bemerkt Prof. Henle, dass sie durch festes Bindegewebe verbunden sind, welches, je näher der Insertion, um so straffer werde und schliesslich die Sehnen der Mm. gluteus minimus, pyriformis und obturator internus cum gemellis fest und nur künstlich trennbar verbinde.

Eine derartige feste Verbindung fand sich nun auch an dem mir zur Präparation übergebenen Bein, betraf jedoch nicht den M. gluteus minimus, sondern den M. gluteus medius und war überdies zu einer förmlichen Verschmelzung der Insertionssehnen des genannten Muskels und der Mm. pyriformis und obturator internus cum gemellis gediehen.

Es fand sich nur eine mächtige dem grossen Rollhügel sich anheftende Insertionssehne vor, in welche die von verschiedenen Seiten herkommenden Bäuche der genannten Muskeln übergingen. Oberhalb der Spitze des Trochanter major ward die hintere Abtheilung dieser gemeinsamen Sehne von der vorderen Abtheilung eine Strecke weit überragt. Hinter der Spitze des Trochanter major fand sich eine tiefere grubenförmige Einsenkung, hervorgerufen durch eine etwas dünnere taschenförmige Einstülpung dieser Sehne. Es wurde dadurch unterhalb der bereits eingetretenen Verschmelzung zwischen den Mm. obturator internus cum gemellis und pyriformis nachträglich gleichsam die sonst gewöhnliche Trennung wiederum angedeutet.

---

[1]) Henle, Hdbch. d. Muskellehre. 1858. S. 244.

Aber auch die Muskelbäuche, wenigstens die der Mm. gluteus medius und pyriformis waren nicht geschieden und es entsprangen die den Uebergang vermittelnden kurzen Fleischbündel von einem dem oberen Rande der Incisura ischiadica major angehefteten dünnen Sehnenbogen, welcher mit dem oberen Rande des M. pyriformis die zum Durchtritt der Vasa glutea superiora bestümmte Lücke begrenzte.

Diese Verschmelzung der genannten Muskeln scheint mir der Annahme von nur drei Schichten der äusseren Hüftmuskeln günstiger. Darnach bilden die Mm. gluteus medius, pyriformis, Obturator internus cum gemellis, so wie der seiner Lage nach ebenfalls hierhergehörige M. quadratus femoris zusammen die zweite Schicht.

In der dritten Schicht liegen dann der M. glutens minimus, welcher bekanntlich auch von dem M. pyriformis überragt wird, so wie auch der M. obturator externus. Für diese Eintheilung spricht ferner noch eine von Prof. Henle[2]) gemachte Beobachtung, nach welcher der M. gluteus medius am unteren Rande einige Fleischbündel an die Sehne des M. pyriformis abgiebt.

(Auch beim Pferde ist nach J. F. Meckel der M. pyriformis mit dem mittleren Gesässmuskel verwachsen.)

### b. Muskeln der hinteren Seite des Unterschenkels und der Fusssohle.

Ueberzählige Schienbeinköpfe des M. flexor digitorum pedis communis longus finden sich in der Litteratur nur wenige verzeichnet, von denen jedoch keiner meinem Muskel entspricht.

So fand Prof. Theile[3]) auf beiden Seiten an einem weiblichen Leichnam einen Muskel, welcher vom unteren Drittel des hinteren Schienbeinrandes fleischig entsprang und am Fussgelenke in eine dünne Sehne überging, welche über die innere Seite des Fersenbeines weg zum kurzen Kopfe trat.

Ferner sah Prof. Henle[4]) einmal einen platten, dünnen Muskel, welcher mit einer langen Sehne in dem Fusssohlenkopf des M. flexor digitorum longus endete, von der hinteren Kante der Tibia ganz oberflächlich entspringend und auf die Fascie der tiefen Beugesmuskeln herabgehend.

---

[2]) a. a. O. S. 247.

[3]) Theile, Lehre v. d. Muskeln u. Gefässen d. m. Körpers. 1841 S. 356.

[4]) a. a. O. S. 290.

Dann fand Prof. v. Luschka[5]), dass das Caput breve des Flexor digitorum communis longus bisweilen theilweise den Ursprung von der hinteren Seite des Schienbeins nimmt mit einer Anzahl von Fleischbündeln, welche mit der normal sich verhaltenden Portion durch eine dünne Sehne in Verbindung treten können.

Ich wende mich nun zur Beschreibung eines von mir an beiden Beinen derselben Leiche gefundenen Muskels, welchem ich aus unten weiter ausgeführten Gründen folgenden Namen geben will:

### M. flexor digiti secundi pedis proprius (Fig. 8, 9).

Dieser Muskel war länglich, halbgefiedert, platt, oben und unten zugespitzt; die Länge seines Bauches betrug 16 Centimeter. Seine Lage hatte er an der hinteren Schienbeinfläche, woselbst er von dem inneren Rande der Tibia, medianwärts von dem M. flexor digitorum communis longus entsprang und zwar in einer zehn Centimeter betragenden Ausdehnung von dem dritten Viertel des Unterschenkels. Er bedeckte die Mm. flexor digitorum communis longus und tibialis posticus in der Gegend ihrer Kreuzung und ging oberhalb des inneren Knöchels in eine lange dünne Sehne über. Letztere verlief in Begleitung der Vasa tibialia postica und in demselben von dem Ligamentum laciniatum internum gebildeten Fache und drang hierauf dicht am lateralen Rande der Sehne des M. flexor digitorum communis longus in die Fusssohle vor. In diesem Verlaufe kreuzte sie die Sehne des M. flexor hallucis longus und schickte derselben ein feines Bündelchen zu und legte sich dann an den lateralen Rand desjenigen Verbindungsstranges an, welchen der M. flexor halllucis an den M. flexor digitorum communis longus abgiebt. Diese Verbindungssehne theilt sich bekanntlich in zwei für die zweite und dritte Zehe bestimmte Fascikel, kann aber auch ganz in die für die zweite Zehe bestimmte Sehne sich fortsetzen, welches letztere Verhalten Prof. Krause[6]) und Prof. Luschka[7]) als das constant vorkommende anführen. An dem mir vorliegenden M. flexor hallucis longus war die zweite Zehe fast das einzige Ziel des in Rede stehenden Verbindungsstranges und erhielt somit die zweite Zehe drei Beugesehnen, die eine von dem M.

[5]) v. Luschka, Anatomie d. Glieder d. Msch. 1865. S. 429.
[6]) Krause, Hdbch. d. m. Anatomie. 1843. S. 455.
[7]) v. Luschka, a. a. O. S. 430.

flexor digitorum pedis communis longus, die zweite vom M. flexor hallucis longus, die dritte von dem von mir aufgefundenen überzähligen Muskel. Betrachtet man nun mit Prof. Krause den Flexor hallucis longus als Beuger der ersten und zweiten Zehe, so könnte der von mir aufgefundene Muskel als dessen zweiter oder Schienbeinkopf betrachtet werden, indem er sich ebenfalls in zwei mit dem Flexor hallucis long. sich verbindende Sehnen spaltet. Weil nun aber der M. flexor hallucis longus seine Hauptsehne an die erste Zehe abgiebt und daher seinen Namen erhielt, so habe ich aus demselben Grunde diesen Muskel M. flexor digiti secundi pedis proprius genannt, weil die weitaus stärkere Portion seiner Sehne an die zweite Zehe ging.

Was das genaue Verhalten der drei oben genannten für die zweite Zehe bestimmten Sehnen betrifft, so liegt die vom M. flexor digitorum communis longus herkommende zu unterst und darüber, jedoch völlig von ihr geschieden, finden sich die beiden alsbald verschmelzenden Sehnen des überzähligen M. flexor digiti secundi und des M. flexor hallucis longus. Die Verschmelzung aller drei Sehnen zu einer einzigen findet erst am Ende des Mittelfusses statt.

Was ferner das Verhalten des M. quadratus plantae betrifft, so heftete sich derselbe mit einer besonderen Abtheilung fleischigsehnig an dem lateralen Rand der vereinigten Sehnen der Mm. flexor hallucis longus und flexor digiti secundi proprius an und verstärkte ausserdem dieselben durch Abgabe sehniger Bündel. Dafür schickte der Verbindungsstrang des M. flexor hallucis longus mit diesen letzteren sich kreuzende Fascikel an den M. quadratus plantae ab, welche in die für die dritte Zehe bestimmte Sehne des M. flexor digitorum longus übergingen. Bei dieser Gelegenheit machte ich die Beobachtung, dass der M. quadratus plantae durch Abgabe eines vier Millimeter breiten Fleischbündelchens sich auf der Mitte der unteren Fläche der Sehne des M. flexor digitorum communis longus anheftete.

Ferner erhielten die Lembricalmuskeln durch das oben erwähnte längere Getrenntbleiben der Sehne des M. flexor digitorum communis longus und der vereinigten Sehnen der Mm. flexor hallucis longus und flexor digiti secundi einen complicirteren Ursprung, welchen zu erwähnen ich nicht unterlassen wollte, da bekanntlich Varietäten der Mm. lumbricales nach Froment zu den grössten Seltenheiten gehören. Den ersten Lumbricalmuskel betrachtet man als einen einfachen vom medialen Rande der Sehne des M. flexor digitorum

communis longus entspringenden Muskel. In dem mir vorliegenden Falle gewann dieser seinen Ursprung mit zwei getrennten Köpfen, von welchen der untere stärkere von dem medialen Rande der Sehne des M. flexor digitorum communis longus, der obere schwächere von den vereinigten Sehnen der Mm. flexor hallucis longus und flexor digiti secundi abging. Der Bauch des zweiten Lumbricalmuskels bestand aus einer oberen und einer unteren Portion, welche letztere wie gewöhnlich ihren Ursprung aus dem Winkel der beiden ersten Sehnen des M. flexor digitorum communis longus bezog; die obere dagegen entsprang mit zwei Köpfen und zwar von der zur dritten Zehe gehenden Sehne und von der vereinigten Sehne der Mm. flexor hallucis longus und flexor digiti secundi.

Schliesslich fand sich noch und zwar wiederum auf beiden Seiten eine ungewöhnliche Verschmelzung der beiden Beugesehnen der vierten Zehe in der Weise, dass die Sehne des M. flexor digitorum communis longus bei ihrer Durchbohrung vollständig mit den beiden Schenkeln der Sehne des kurzen Beugers zu einer Sehne verwuchs und sich dann mit völliger Uebergehung des zweiten Gliedes an die Endphalange inserirte. Ueber dieses merkwürdige Verhalten fand ich keine Aufzeichnung in der Litteratur mit Ausnahme folgender kurzen Bemerkung von Prof. Theile[8]): „Die Endsehnen des langen Beugers, wenigstens die der kleinen Zehe, sind mit den Sehnen des kurzen Beugers verwachsen.“ Da aber dabei die Beziehung des kurzen Beugers zum zweiten Gliede unerörtert bleibt und ferner die Art und der Ort der Verschmelzung gar nicht näher bezeichnet werden, so bleibt es dahin gestellt, ob der Fall auf den meinigen bezogen werden kann. Was die Verschmelzung der beiden Sehnen und die dabei stattfindende Uebergehung des zweiten Gliedes betrifft, so erinnert dies Verhalten bei den Thieren an den Ai, bei dem an allen Zehen diese Anordnung der Sehnen des langen und kurzen Beugers Platz greift.

### c. Muskeln der vorderen Seite des Unterschenkels und des Fussrückens.

An demselben Beine fand ich auch an der vorderen Seite ein von der Norm abweichendes und wenigstens meines

---

[8]) Theile, Lehre v. d. Musk. u. d. Gefässen des mschl. Körpers. 1841. S. 356.

Wissens bisher noch nicht erwähntes Verhalten des M. extensor digitorum communis longus, welches einigermaassen an das Verhalten der Strecksehnen auf dem Rücken der Hand erinnerte. Es anastomosiren nämlich mit einander die Sehnen des langen Streckers, während sie über den Fussrücken hingehen durch lange schmale Fascikel, welche sich spitzwinklig von den betreffenden Sehnen ablösen und sich ebenso an die benachbarten anlegen. Eine nähere Untersuchung ergab, dass die Strecksehne der fünften Zehe eine oberhalb des Fussgelenks sich ablösende dünne Nebensehne an die Strecksehne der vierten Zehe sendete, welche am Anfange des Mittelfusses mit dieser verschmolz. Dann verband sich ein ebenfalls oberhalb des Fussgelenks von der Sehne der zweiten Zehe abgehender Fascikel mit der zur dritten Zehe gehenden Strecksehne in der Mitte des Mittelfusses. Endlich sendete noch die Strecksehne der letzteren Zehe zwei Fascikel in der Gegend des Fussgelenkes ab, welche, schräg über den Fussrücken hinweggehend, sich am äusseren Fussrand in der Gegend des Mittelfusses in die Fascie verloren.

### M. peroneus tertius (Fig. 10).

An einer anderen unteren Extremität, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, vermisste ich die normale Insertion des Peroneus tertius, welcher in diesem Falle sich mit dem grössten Theile seiner Fleischbündel direct an die Strecksehne der kleinen Zehe anheftete. Erst aus seinem untersten Ende entwickelte sich eine besondere ihm eigenthümliche Sehne, welche sich schräg über den M. extensor digitorum pedis brevis hinweg zum Anfang des Spatium interosseum der beiden letzten Zehen begab; dort legte sie sich untrennbar an die für die vierte Zehe bestimmte Sehne des M. extensor digitorum communis brevis, mit der sie schliesslich vollständig zu einer stärkeren Sehne verschmolz, nachdem sie kurz vorher eine besondere dünne Sehne an die Basis der ersten Phalange der vierten Zehe abgegeben. In diesem Falle hatte also der M. peroneus tertius seine auf die Dorsalflexion des Fusses sich beziehende Insertion aufgegeben und sich lediglich in einen überzähligen Strecker der vierten Zehe verwandelt. Man hat es hier also nicht mit einem Fehlen des M. peroneus tertius zu thun, welches nach den Angaben verschiedener Anatomen öfters beobachtet wurde.

Unter den Abweichungen, welche über den M. peroneus tertius bekannt sind, fand ich nur eine Beobachtung von

Prof. Henle[9]), nach welcher der M. peroneus tertius neben seiner normalen Insertion auch einen Fascikel an die Sehne des M. extensor digitorum communis longus, welche an die vierte Zehe geht, abgiebt. An dem in Rede stehenden M. peroneus tertius jedoch fehlte die normale Insertion und die dafür eintretende Sehne legte sich nicht an die Sehne des langen Streckers, sondern an die des kurzen an und gab ausserdem noch ein gesondertes Bündel zur Basis der Grundphalange dieser Zehe.

### Extensor digitorum pedis brevis.

In einem vom Herrn Prof. Dr. Dursy aufgefundenen und mir zur Veröffentlichung übergebenen Falle gab der M. extensor digitorum brevis zwei aus besonderen Bäuchen hervorgehende überzählige Sehnen ab, welche in die beiden Mm. interossei der zweiten Zehe übergingen. Es entsprangen alsdann die zweiköpfigen Interossei nur mit einem Kopfe von dem Mittelfussknochen, während der andere Kopf seinen Ursprung von der genannten Sehne bezog.

### Tibialis anticus accessorius s. profundus (Fig. 11).

Dieser ebenfalls vom Herrn Prof. Dr. Dursy aufgefundene und mir überlassene überzählige Muskel hatte seine Lage unter dem Tibialis anticus. Er entsprang als ein halbgefiederter, schmaler platter Muskel neben der Crista tibiae von der lateralen Fläche des Schienbeins und ging mit einer am Anfang des unteren Viertels des Unterschenkels frei werdenden dünnen Sehne oberhalb des inneren Knöchels in das Ligamentum cruciatum über.

---

## Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Linker Arm von vorn in Pronation. *aa* M. brachioradialis. *b* M. radialis ext. longus. *c* M. radialis ext. brevis.

Fig. 2. Besondere Darstellung der Insertion der drei genannten Muskeln. *a b c* wie in der vorigen Figur.

Fig. 3. M. supinator und untere Hälfte des M. biceps brachii. *a* Medialer Bauch des Biceps. *b* Lateraler Bauch. *c* Eingang in eine die Bursa mucosa radialis aufnehmende Tasche. *d* Supinator.

---

[9]) a. a. O. S. 279.

Fig. 4. Oberes Ende des Radius mit dem M. supinator. Die Insertionssehne des M. biceps ist nach der Seite umgelegt, wodurch ihre hintere Fläche sichtbar wird. *a* Endsehne des medialen Bauches des M. biceps. *b* Endsehne des lateralen Bauches.

Fig. 5. Centrum tendineum des Zwerchfells von unten gesehen, nebst dem angrenzenden Theil der Pars carnosa.

Fig. 6. Ein Stück des Hinterhauptbeines nebst den drei oberen Halswirbeln von hinten. Ueberzählige Mm. obliqui cap. inferiores.

Fig. 7. Aeussere Hüftmuskeln der rechten Seite nach Entfernung des Gluteus maximus. *a* Darmbeinkamm. *b* Kreuz- und Steissbein. *c* Sitzhöcker. *d* Trochanter major.

Fig. 8. Unterschenkel und Fuss von hinten und unten. *a* Tibia. *b* Malleolus internus. *c* Malleolus externus. *d* Fersenbein. *e* Sehne des M. tibialis posticus und lateralwärts die Sehne des Flexor dig. ped. longus, deren Bäuche in der Zeichnung nicht berücksichtigt wurden. *f* Flexor dig. II. proprius. *g* Flexor hallucis longus.

Fig. 9. Besondere Darstellung der Beziehungen zwischen der Sehne des überzähligen Flexor dig. II. proprius und der Sehne des Flexor hallucis longus. *a* Sehne des Flexor hallucis longus. *b* Verbindung dieser Sehne mit der des Flexor dig. longus. *c* Sehne des überzähligen Flexor. dig. II. proprius. *d* Abgeschnittene Sehne des Flexor dig. com. longus. *e* M. quadratus plantae.

Fig. 10. Fussrücken mit unterem Ende des Unterschenkels. *a* Malleolus internus. *b* Malleolus externus. *c* M. extensor dig. com. longus und M. peroneus tertius. *d* M. extensor hallucis longus. *e* M. extensor dig. com. brevis.

Fig. 11. Unterschenkel und Fuss von vorn. *a a* Lig. cruciatum. *b* M. tibialis anticus profundus.

---

# Missbildung der linken Herzkammer.

Von

Dr. v. **Thaden** in Altona.

(Hierzu Taf. VII. u. VIII.)

---

Die zahlreichen Beschreibungen der Missbildungen des Herzens betreffen zumeist das Septum, die Ostien oder die grossen Gefässstämme- Die Veränderungen der Herzgestalt sind secundär, und selbstständige Missbildungen derselben kommen, vom Apex bifidus abgesehen, selten vor, besonders auf der linken Herzhälfte, welche ja im Fötalleben eine gewisse Immunität besitzt. Den Anlass zur nachstehenden Beschreibung giebt eine röhrenförmige Verwachsung des linken Ventrikels mit einem Nabelbruche bei einem sonst wohlgebildeten Knaben, welcher fast $^1/_2$ Jahr alt wurde.

Am 28. April 1865 sah ich zuerst den 4tägigen Knaben C. P. mit einem Nabelschnurbruch von der Grösse einer halben Wallnuss, welcher Darm enthielt. Vom Schwertfortsatz zog subcutan in der Linea alba ein pulsirendes Gefäss nach abwärts bis zum Nabel, dessen Pulsation sich durch den Nabelring soweit erstreckte, als der Hautnabel reichte. Die Pulsation dieses über gänsefederkieldicken Gefässes war sofort nach der Geburt bemerkt worden. Die Mutter hatte dieses dritte Kind nach regelmässiger Schwangerschaft rechtzeitig geboren. Erblichkeitsmomente liessen sich nur in so weit nachweisen, als der älteste Knabe ein Idiot war mit verhältnissmässig kleinem Schädel.

Nach normaler Abstossung des Nabelstranges erfolgte unter Bleiweisspflasterverband Vernarbung des Nabels. Aber die

Narbe und der Nabelring, obwohl von einem Gummibruchbande unterstützt, gaben der Pulsation nach, und binnen 2 Monaten hatte sich ein ganseigrosser, birnförmiger Nabelbruch gebildet, dessen äussere Decke hauptsächlich von der ausgedehnten Nabelnarbe gebildet ward. Der Gefässnabel machte sich unten dicht am Nabelringe durch die sternförmige weisse Beschaffenheit der Narbe kenntlich. Den Bruchinhalt bildete Darm wie vordem. Das pulsirende Gefäss, welches sich ein wenig links vom Schwertfortsatze verlor, war jetzt kleinfingerdick, endete rundlich an der oberen Parthie des Hautnabels. Dieser dem Gebiete des Hautnabels angehörende Theil des abnormen Gefässes war etwa 2 Cm. lang, durch den Nabelring sichtbar vom obern Theil des Gefässes getrennt und mit dem übrigen Bruchinhalte reponirbar. Durch den nunmehr erweiterten Nabelring konnte man nach Reposition des Bruches mit dem Finger fast die ganze Bauchhöhle betasten, in welcher alle Organe, namentlich Leber und Aorta descend. sich normal verhielten, und fühlte auch hier die Pulsation jenes Gefässes, welches hinten nur vom Bauchfeil bedeckt erschien.

Die Pulsation des Gefässes war von wechselnder Intensität, bei tiefer Einathmung schwächer als bei Exspiration. Bei ruhiger Athmung und horizontaler Lage schien das Gefäss in den Intervallen weich und leer zu sein und sich gleichsam durch eine Regurgitationswelle zu füllen, wobei die pulsirende Spitze im Nabel synchronisch dem Pulse sich hob. Aber niemals liess sich das Gefäss durch gleichzeitige Compresion von der Bauchhöhle und von aussen wegdrücken gleich einer Arterie, stets blieb ungeachtet der wechselnden Consistenz eine gewisse pralle Masse zurück, welche sich durch Druck im Grunde nur sehr wenig verkleinern liess. Das Kind äusserte bei solchen Versuchen grosse Unruhe. Die Pulsation selber, welche während der ganzen Lebensdauer sich gleichblieb, ist vielleicht wegen ihrer Häufigkeit sehr schwer zu beschreiben. Während das ganze Gefäss bei der Systole über dem Niveau der Bauchwand sowohl nach vorn als nach hinten sich emporhob, drängte das kolbige Ende im Nabelbruche ein wenig nach abwärts und vorn. Es kam mir vor, als ob eine Wellenbewegung sehr rasch von oben nach unten zöge.

Die stethoskopische Untersuchung des abnormen Gefässes, welche Unruhe des Kindes hervorrief, ergab mir nur Fortleitung der Herztöne, wie man sie über grossen Arterien hört.

Da der Nabelring zum Theil durch die Pulsation des Gefässes sich erweiterte, wurde wegen des sonst guten Befindens

des Kindes der Gedanke laut, ob die wachsende Grösse des Nabelbruches auch eine Unterbindung des Gefässes am Schwertfortsatze indicire. Die Dunkelheit des Falles rieth aber vor Allem dringend zum Abwarten: nach dem Tode des Knaben entdeckten wir, dass der linke Ventrikel in das Bereich operativer Erwägung gezogen sei.

Im Juli liessen sich am Herzen, welches bisher normal erschienen war, Geräusche vernehmen, welche im nächsten Monate fehlten. Dann trat Keuchhusten auf mit zeitweisem Livor des Gesichtes, wozu sich eine Katarrhalpneumonie gesellte, die am 26. Sept. dem Leben ein Ende machte nach 5 monatlicher Dauer.

Wie die Erzählung andeutet, blieb der Sachverhalt dunkel bis zur Obduction und ist auch weder von mir noch von andern Collegen, welche den Fall sahen, vermuthet worden. Eine abnorm verlaufende Nabelvene ähnlich der von Mende[1]) beschriebenen konnte es schon wegen der Dicke der Gefässwand nicht sein und aus demselben Grunde musste man ein abnormes arterielles Gefäss ausschliessen, obwohl die Pulsation der Spitze bei äusserer Betrachtung dem pulsirenden Ende einer dicken unterbundenen Arterie am Amputationsstumpfe glich. Physiologen und Zoologen, denen die Contractionen länglicher schlauchförmiger Herzen bekannt sind, hätten ohne Zweifel hier das missbildete Organ entdeckt.

An der Leiche fiel die grosse Härte des Gefässes in der Linea alba auf. Herz und Herzbeutel lagen mit der grösseren Hälfte rechts von der Mittellinie. Die Herzspitze war eingekerbt (Apex bifidus); der linke Ventrikel setzte sich in Gestalt eines fingerförmigen Fortsatzes nach abwärts bis zum Nabel fort. Dieser Fortsatz lag ziemlich genau in der Linea alba, war etwa $5^1/_3$ Cm. lang und etwa 1 Cm. dick. Derselbe gehörte sowohl der Brusthöhle als auch der Bauchwand an und liess in seinem Verlaufe drei Umhüllungsarten unterscheiden. Das obere trichterförmige Drittel, welches unmerklich in den linken Ventrikel überging, hatte etwa 2 Cm. Länge, erstreckte sich bis zum Zwerchfell und war von einem entsprechenden trichterförmigen Ausläufer des Herzbeutels rings umgeben. Der mittlere cylindrische Theil trug auf seiner vordern und hintern Fläche nur schmale zungenförmige Ausläufer vom Herzbeutel, den grösseren fast $2^1/_2$ Cm. langen vorn, den

---

[1]) Nova acta Acad. Leop. Carol. Nat. cur. Vol. 13. 1827. Taf. 46. Singularis casus insertionis venae umbilicalis in partem atrii cordis dextri anteriorem etc. in masculo neonato.

kleinern fast 1 Cm. langen hinten. Dieser mittlere Theil war seitlich mit der Linea alba, hinten mit dem Zwerchfell verwachsen. Der untere birnförmige Theil lag vorn und seitlich in der Linea alba, war hinten von einem schmalen Bauchfellstreifen bedeckt. Vom kolbigen Ende ging ein fast zolllanger sehniger Strang in den Nabelbruchsack über mit radiärer Ausbreitung, welche sich zum Gefässnabel nicht deutlich verfolgen liess (Taf. VII).

Bei Eröffnung des linken Ventrikels zeigt sich der abnorme Fortsatz als Theil der Herzkammer, deren Spitze gleichsam nach unten gezerrt ist. Die Wandung des Fortsatzes, welche aus Herzfleisch besteht, ist in der Mitte $^1/_4$ Cm., am untern birnförmigen Ende $^1/_3$ Cm. dick. Das Lumen trägt Endocardium, ist unregelmässig durch Trabekeln und Sehnenfäden, welche dasselbe in einer dem Fortsatz gleichlaufenden Richtung durchziehen. Ein besonders mächtiges Trabekel entspringt in der untern birnförmigen Anschwellung, läuft wandständig aufwärts, mehrere Sehnenfäden abgebend und setzt sich in den grössern vordern Papillarmuskel fort. Die Breite des geöffneten Lumens beträgt etwa 1 Cm.

Die fötale Communikation an der Basis der Herzkammern ist dreieckig, $^2/_3$ Cm. lang, $^1/_3$ Cm. hoch, das Foramen ovale hat etwa Erbsengrösse. Die Art. pulmonalis scheint etwas über die Norm ausgedehnt. Das Pericardium auf dem rechten und linken Ventrikel zeigt mehrere diffus getrübte Stellen. Eine sog. Pars sternalis des Zwerchfells fehlt, dieselbeist tiefer herab gerückt und steht unterhalb des Processus ensiformis.

Der Nabelbruchsack zeigt Nichts Besonderes; unterhalb des Gefässnabels findet sich ein unregelmässiger, erbsengrosser, mit Fäden durchzogener Hohlraum, welcher wohl als Ueberbleibsel der Urachus anzusehen sein dürfte (Luschka). Seine Innenfläche trägt Pflasterepithel.

Wir hätten über die Symptome noch einige Worte hinzuzufügen. Die während des Lebens vorübergehend bemerkten Herzgeräusche lassen sich am ehesten durch den pericarditischen Process erklären. Die perforirten Septa bleiben, wie Friedreich[2]) u. A. angeben, symptomlos, wofern keine weitern Circulationsstörungen von Seiten der Ostien oder grossen Gefässstämme sich hinzugesellen. Erst mit dem Keuchhusten kam die Cyanose.

---

[2]) Virchow's Handb. d. spec. Pathol. u. Ther. Bd. V. Abtheil. 2. Friedrcich, Krankh. des Herzens. 2. Aufl. 1867. S. 330.

Harvey's Lehre von der Unempfindlichkeit des Herzens erleidet durch unsern Fall keine Einschränkung: sanfter Druck erregte kein Unbehagen, nur starke Compression von aussen und innen, welche die Blutbewegung im abnormen Fortsatz aufhob, das Herz fixirte, die Bewegungen des Herzens störte, verursachte grosse Unruhe. Auch der bekannte Groux mit fast vollständiger Brustbeinspalte äusserte bei Berührung des in grosser Ausdehnung subcutan liegenden Herzens keine besondere Empfindlichkeit, soviel ich mich erinnere. Harvey[3]) machte seine Beobachtung an einem jungen Menschen, bei welchem man die Spitze des Herzens „anfassen" konnte.

Fälle, welche dem unsrigen gleichen, namentlich mit Bezug auf die röhrenförmige Verlängerung der Herzkammer finde ich in dem umfassenden Werke Peacock's[4]) nicht. Eine gewisse Analogie scheint indess die nachstehende Beschreibung von O'Bryan[5]) darzubieten, welche ich in Ermangelung des Originals nach Peacock (S. 7) folgen lasse. Es fehlte der schwertförmige Knorpel nebst den sich ansetzenden Zwerchfellfasern; durch die so gebildete dreieckige Lücke ragte ein Theil des linken Ventrikels mit Pericardium bedeckt und bildete eine weiche, ovale, ungleiche und halbdurchscheinende Geschwulst in der Regio epigastrica. Der vorliegende Theil des linken Ventrikels war $1^3/_4$ Zoll lang, ein weiteres Hervortreten wurde durch die Spitze des rechten Ventrikels verhindert. Den untern Theil der Geschwulst nahm eine Portion Colon ein. Das Kind lebte drei Monate und starb an Bronchitis.

Als naheliegende Ursache der Anomalie in Form und Lage ist eine entzündliche Verklebung der Herzspitze mit der Bauchwand während des Fötallebens anzunehmen, was Rokitansky[6]) als wahrscheinlichen Grund angiebt für manche angeborne Lageanomalien des Herzens.

Für den Zeitpunkt dieser Entzündung im Fötus dürfte die Entwicklung des Herzbeutels, welche der Verklebung folgte, einigen Anhalt darbieten. Es ist nach Kölliker[7]) nicht

---

[3]) Morgagni, V. d. Sitze u. d. Ursachen d. Krankh. übers. 1772. Bd. 2. S. 965.

[4]) Peacock, Thomas B. (On malformations of the human Heart. London. 1866. II. edit.) sagt S. 142: „Bisweilen besteht eine unregelmässige Herzform ohne anderweitige mangelhafte Entwicklung" und citirt 2 Fälle von apex bifidus.

[5]) Prov. med. and surg. Trans. Vol. VI. 1837. p. 374.

[6]) Lehrbuch der path. Anat. 3. Aufl. Bd. 2. S. 247.

[7]) Entwicklungsgeschichte des Menschen. 1861. S. 407.

bekannt, wann der Herzbeutel beim Menschen zuerst sichtbar wird; „doch ist derselbe am Ende des zweiten Monats schon deutlich. Unzweifelhaft bildet der Herzbeutel sich jedoch nach Analogie des Peritoneum und der Pleura in loco als äusserste Schicht der Herzanlage als innerste Lamelle der primitiven das Herz einschliessenden Höhle."

Wenn die Verwachsung der Spitze des linken Ventrikels mit dem Nabel keine zufällige war, so kommt die Rechtsdrehung des Embryo, wie ich glaube, in Betracht, wodurch derselbe dem Dotter oder der Nabelblase die linke Körperseite zuwendet[8]). Diese für die asymmetrische Entwicklung der Eingeweide als bedeutsam geltende Thatsache, welche bekanntlich K. E. von Baer zuerst hervorhob, tritt schon in den ersten Tagen der Entwicklung auf. Förster[9]) sieht dieselbe auch bei den Doppelmissbildungen bestätigt, da der Situs inversus stets bei dem Individuum vorkomme, welches nach rechts seitlich gelagert sei. Kölliker[10]), welcher die Drehung des Embryo um seine Längsaxe als eine von links nach rechts gewundene dem Nabelstrange gleichlaufende Spirale bezeichnet, scheint derselben für die Asymmetrie der Eingeweide keine Bedeutung beizumessen. Seine Beschreibung ist mir ungeachtet des Holzschnittes (Fig. 61) nicht klar geworden.

Deutlich stellt diese Rechtsdrehung ein von Hensen beobachteter Embryo dar, dessen Zeichnung ich mit seiner Erlaubniss veröffentliche (Taf. VIII). Ein menschlicher Embryo, 2½''' lang, 3 bis 4 Wochen alt, zeigt eine so starke Abweichung des Herzens nach rechts, dass man es auf einer die linke Seite des Embryo darstellenden Zeichnung nicht sehen konnte. Die Verhältnisse des Herzbeutels waren nicht deutlich wahrnehmbar. Die Bauchhöhle stand noch so weit offen, dass das Herz dem Rande derselben unmittelbar auflag.

Man wird vermuthen dürfen, dass eine Verklebung des linken Herzens mit der Bauchwand und dem Nabelstrange etwa in der 4. Fötalwoche stattgefunden oder begonnen habe. Ungeachtet dieser Verwachsung rückte bei der Streckung des Embryo die Hauptmasse des Herzens nach aufwärts.

---

8) Henle, Handbuch der system. Anat. Bd. 1. S. 4.
9) Förster, die Missbildungen d. Menschen. Jena. 1861. S. 137.
10) Entwicklungsgesch. d. Menschen. Leipzig. 1861. S. 118.

# Zur Frage über die Anwesenheit der Peptone im Blut- und Chylusserum.

Von

**Victor Subbotin**, Arzt in Kiew.

Die Frage über die Anwesenheit der unveränderten Producte der Pepsinverdauung, Peptone, im Chylus und Blut wurde lange Zeit negativ entschieden. Man behauptete, dass die Peptone, nachdem sie in Blut- und Chylusgefässe eingetreten sind, sich sogleich in die gewöhnlichen Albuminkörper verwandeln, und eine solche Meinung stützte man darauf, dass man in den Chylusgefässen, deren Anfänge man als die Hauptwege der Peptoneneinsaugung betrachtete, stets nur die gewöhnlichen Albuminkörper, Fibrin, Globulin, Serumalbumin und Casein gefunden hat. (Lehmann u. A.) Die Untersuchungen von De Bary (Hoppe-Seyler's Med. chem. Unters. 1. Heft. 80) bestätigten diese Annahme. In der letzten Zeit aber suchte man auch das Gegentheilige zu beweisen, d. h., dass die Peptone sowohl im Chylus als auch im Blute sich vorfinden, wenn auch in sehr unbedeutenden Mengen. Nämlich in der Flüssigkeit, welche nach der Entfernung der gewöhnlichen Albuminkörper aus Blut- und Chylusserum durch Kochen der mit Essigsäure angesäuerten Flüssigkeiten (Kühne, Lehrb. d. physiolog. Ch., 2. Lief., S. 181 u. 217) zurückbleibt, zeigte man die Anwesenheit eines Körpers, welcher in Folge seiner Reactionen jenen Modificationen der Albuminkörper, die wir Peptone nennen, zugerechnet werden muss. Die Menge dieses Körpers in den obengenannten Flüssigkeiten ist aber so gering, dass man nur nach beträchtlichem Verdichten des Filtrats mittelst einiger feinen Reactionen einen Albuminkörper nachweisen kann.

Dieser Umstand leitete mich auf den Gedanken, dass vielleicht diese Spuren eines peptonartigen Körpers, welcher als

eigenthümlich für das Chylus- und Blutserum gehalten wurde, nur ein künstliches Product des Verfahrens, welches zum Nachweis der Peptone diente, ist.

In der That, es ist schon lange Zeit bekannt, dass in Wasser unlösliche Albuminkörper sich durch ein anhaltendes Kochen mit Wasser oder verdünnten Säuren in leichtlösliche Substanzen, die fast alle Eigenschaften der Albuminkörper haben, verwandeln. Berzelins, Mulder, Gmelin, Wöhler, Mialhe u. A. haben solche Körper dargestellt. Endlich hat Meissner gezeigt, dass die durch anhaltendes Kochen der Albuminkörper mit Wasser oder verdünnten Säuren entstehenden Producte identisch mit denen sind, welche durch Behandlung der Albuminkörper mit Magensaft entstehen. Nur was Magensaft in wenigen Stunden erzeugt, das erzeugen Wasser und verdünnte Säuren bei längerer Einwirkung.

Um unter solchen Bedingungen meine Voraussetzung zu beweisen, blieb es nun zu entscheiden, wie empfindlich die Albuminkörper zu der Einwirkung des kochenden Wassers oder verdünnter Säuren sind, mit a. W., wie lange man sie in solcher Weise behandeln muss, um die Anwesenheit der ersten Spuren der Peptone in der Flüssigkeit sicher nachweisen zu können. Eine Antwort auf diese Frage besitzen wir nicht, obgleich es ganz augenscheinlich ist, dass in der Entscheidung derselben das Urtheil über die Brauchbarkeit der Methode, welcher man sich zum Nachweis der Peptone im Chylus und Blut bediente, liegt.

Ich unternahm daher einige Versuche mit dem Hühnereiweiss. Ich verdünnte es mit einer gleichen Wassermenge, filtrirte, und verfuhr mit der ganz klaren Lösung ganz in der gleichen Weise, wie man Blut- und Chylusserum behandelt hat. Die Eiweisslösung wurde entweder mit einigen Tropfen Essigsäure zur schwach sauren Reaction versetzt und dann möglichst schnell bis zum Sieden erwärmt, oder zu einer siedenden verdünnten Essigsäure (0,5%) hinzugefügt. In beiden Fällen, als die Albuminkörper auscoagulirt und abfiltrirt wurden, erhielt ich ganz klare und farblose Flüssigkeiten. Die Durchsichtigkeit der in solcher Weise erhaltenen Flüssigkeiten auch nach einem neuen Erwärmen bis zum Sieden diente stets als ein sicherer Beweis einer vollständigen Ausscheidung der Albuminkörper; in der That ist es aber nicht ganz so: in einer solchen Flüssigkeit findet sich immer eine Substanz, welche beim Erwärmen nicht coagulirt und ihren Eigenschaften nach zu jenen Modificationen der Albuminkörper ge-

hört, die wir Peptone nennen. Manchmal ist es selbst nicht nothwendig, die Flüssigkeiten zu concentriren, um die Anwesenheit dieses Körpers nachzuweisen. Die farblose Flüssigkeit nimmt beim Erwärmen mit Salpetersäure eine gelbe Farbe an, die sich in eine orangegelbe verwandelt, wenn man sie mit Ammoniak versetzt; sie giebt die Millon'sche Reaction auf Albuminkörper und manchmal einen Niederschlag mit ganz neutraler salpetersaurer Quecksilberoxydlösung; bisweilen trübt sie sich durch eine Blutlaugensalzlösung, und zweimal gelang es mir, durch eine sehr vorsichtige Neutralisirung der Flüssigkeit eine Trübung erscheinen zu sehen, welche bei langem Stehen zu einem Bodensatze sich sammelte.

Dies alles spricht ganz bestimmt dafür, dass die Ausscheidung der Albuminkörper aus den angesäuerten Lösungen nicht so vollständig erfolgt, wie man bisher meinte, und dass im Laufe jener kurzen Zeit, die zum Aufsieden von etwa 100CC. Flüssigkeit nothwendig ist, eine, wenn auch sehr unbeträchtliche Menge der Peptone, und unter diesen hauptsächlich des Parapeptons (Syntonin) sich bildet. Wenn die Albuminlösung zu einem siedenden angesäuerten Wasser hinzugefügt wird, statt nach und nach bis zum Sieden erwärmt zu werden, dann ist die Menge der Peptone noch geringer.

Nachdem dieses Resultat erlangt war, unterwarf ich der Wirkung des mit Essigsäure schwach angesäuerten Wassers auch coagulirten Eiweissstoff, der durch Erwärmen oder Fällen mit Alkohol erhalten war, und der Erfolg war stets derselbe, wenn auch nicht so scharf ausgeprägt. Es war hinreichend, einige Eiweissflocken mit angesäuertem Wasser bis zum Sieden zu erwärmen, um dann in der Flüssigkeit, nachdem sie concentrirt war, eine schwache Xanthoproteinreaction nachzuweisen[1]).

Besonders leicht gelingt dieses Experiment mit coagulirtem Myosin. Es ist sogar hinreichend, einige Myosinflocken, durch Fällen mit Alkohol erhalten, mit destillirtem Wasser binnen zwei oder drei Minuten sieden zu lassen, um eine Flüssigkeit zu erhalten, die nach Verdichtung eine deutliche Xanthoproteinreaction giebt.

Die Verwandlung der Albuminkörper in peptonartige Substanzen beginnt also unmittelbar und in allen Fällen,

---

[1]) Es ist selbstverständlich, dass ich bei allen diesen Versuchen destillirtes Wasser brauchte; um aber ganz sicher zu sein, liess ich 100 CC. dieses Wassers bis zu 3 CC. verdunsten, kochte das Residuum mit Salpetersäure und fügte dann Ammoniak hinzu: die Flüssigkeit blieb stets ganz farblos.

wenn sie der Einwirkung des siedenden destillirten oder schwach angesäuerten Wassers unterworfen sind. — Die Säuren begünstigen diese Verwandlung der Albuminkörper (Meissner, Diese Zeitschr., Bd. X, 1. Heft, S. 22).

Wenn folglich die Unbrauchbarkeit der Methode, die zum Nachweis der Peptone im Blut und Chylusserum diente, unbestreitbar hervortritt, so kann doch nicht die Frage über die Anwesenheit der Peptone im Chylus- und Blutserum absolut in Abrede gestellt werden. Es scheint mir jedoch, wenn wir die Resultate meiner Experimente und jene ungemein kleine Quantität der peptonartigen Substanzen, die im Blut und Chylus nachgewiesen wurde, in Betracht nehmen, die Anwesenheit der obengenannten Körper in diesen Flüssigkeiten ziemlich zweifelhaft. Und dieser Zweifel wird noch dadurch gesteigert, dass man im Chylus (aus dem Ductus thoracicus) auch nach einem langen Fasten die Anwesenheit des peptonartigen Körpers nachweisen kann, was in der That mir mittelst obenbesprochenen Verfahrens gelang bei einem Hunde, welcher während einiger Tage ohne Nahrung blieb.

Unsere jetzigen Kenntnisse der Albuminstoffe und ihrer Verwandlungsproducte geben uns leider kein besseres Mittel, sehr kleine Quantitäten der Peptone in Gegenwart der gewöhnlichen Albuminate nachzuweisen, denn auch durch Fällung mit absolutem Alkohol kann man nicht zum Ziele gelangen, wenn in der zu untersuchenden Flüssigkeit, was bei Chylus- und Blutseserum der Fall ist, Kali- oder Natronalbuminat sich vorfindet. Die Unfällbarkeit durch Alkohol der fibrinoplastischen Substanz (A. Schmidt's Globulin) steigert die Fehlerhaftigkeit auch dieser Methode noch mehr.

Aus allem Gesagten folgt nothwendig, dass auch das Proteinbioxyd, das Ludwig stets im Blute fand, gewiss ein Product des Verfahrens ist (Ann. Chem. Pharm. Bd. LXI. S. 95 u. ff.), und dass der neue Albuminkörper von Millon und Comaille, welchen sie Lactoprotein genannt haben und durch Fällung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd aus dem klaren Filtrat nach Entfernung des Caseins und Albumins aus der Milch erhalten haben (Comptes rendus 59. p. 301. Août 1864; Chem. Centralblatt 1865. S. 428), hauptsächlich aus Verwandlungsproducten der Albuminkörper durch Wärme in angesäuerten Lösungen besteht, gemengt mit einer kleinen Quantität Casein.

---

# Histiologische und physiologische Studien.

Sechste Reihe.

Von

**G. Valentin.**

---

## XVI. Zwei neue Bestimmungsarten der optischen Achsenrichtung einachsiger Fasergewebe.

Man kann sich das Schema der meisten einachsigen, in wahrer oder scheinbarer Faserform auftretenden Gewebe in der Gestalt einer parallelepipedischen, also längeren als breiteren Platte denken, deren beide ausgezeichneten Ebenen oder neutralen Richtungen, senkrecht auf die Oberfläche gestellt, der Länge und der Quere nach dahingehen. Sie liefert bei gehöriger Dünne keine eigenthümlichen Polarisationsfarben auf dem dunklen Grunde des Polarisationsmikroskopes und giebt nur glatte Färbungen auf dem durch einen doppeltbrechenden Einschaltungskörper erzeugten Farbenfelde. Zeigen auch schon z. B. die quergestreiften Muskelfasern, wenn sie eine bedeutendere Dicke besitzen oder stärker doppeltbrechende Kräfte durch das Eintrocknen gewonnen haben, Polarisationsfarben auf dunklem Grunde, so kann man sie doch in der Regel durch Druck so weit verdünnen, dass sie entweder dunkel oder nur silberglänzend bei rechtwinkelig gekreuzten Nicols erscheinen.

Die Bestimmung der Lage der beiden ausgezeichneten Ebenen einer irgendwie gestalteten doppeltbrechenden und einachsigen Gewebprobe bereitet keine Schwierigkeiten. Dreht man das Präparat in seiner eigenen Ebene auf dunklem Polarisationsgrunde, so werden die zu einander rechtwinkeligen Richtungen der beiden ausgezeichneten Ebenen am dunkelsten, wenn je eine derselben der Polarisationsebene des Polarisators oder

der des Analysators parallel geht, und am hellsten, wenn sie unter ± 45° eingestellt ist. Da man aber nicht weiss, welche von ihnen den Hauptschnitt oder welche die optische Achse enthält, so können auch die Aenderungen des durch einen Einschaltungskörper erzeugten Farbengrundes noch nicht sagen, ob die einachsige Gewebmasse als wahrhaft positiv oder negativ angesehen werden dürfe. Die Ermittelung der optischen Achsenrichtung muss daher der Bestimmung des wahren Charakters der Doppelbrechung vorangehen.

Ich trug zu diesem Zwecke früher ein Verfahren auf die Geweblehre über, das Biot[1]) für den Topas und für zweiachsige Glimmerblättchen gebraucht hatte. Machen wir uns die Grundlage desselben für die bei mikroskopischen Untersuchungen gewöhnlichen gebrauchten Gypsblättchen von Roth erster Ordnung des Folgenden wegen klar. Der Gyps bildet einen zweiachsigen und positiv doppelt brechenden Körper, dessen beide optischen Achsen in der Spaltrichtung liegen. Die Achsenebene oder die Orientationsebene, die man nicht, wie es geschehen ist, mit der Ebene der optischen Achsen verwechseln darf, steht auf ihr senkrecht und bildet je eine der zwei ausgezeichneten Ebenen, die das Gypsblättchen bei der Drehung in seiner Ebene erkennen lässt, die man also durch besondere Versuche ermitteln muss[2]). Stellt man diese Achsenebene unter ± 45° ein, so erscheint der Polarisationsgrund purpurroth, wenn das Blättchen einen Aequivalentwerth von 565 und violettroth, wenn es einen solchen von 575 hat[3]). Schalte ich den einachsigen Prüfungshörper so ein, dass die Richtung der einen ausgezeichneten Ebene der der Achsenebene des Gypsblättchens entspricht, so wird hier der rothe Gypsgrund zu Violett, Blau oder Grün steigen oder zu Orangeroth, Gelb oder Weiss sinken. Das Erste beweist nur, dass der Körper scheinbar positiv und das Zweite einzig und allein, dass er scheinbar negativ in Bezug auf die der Achsenebene parallel gestellte Richtung sei. Beides lehrt aber noch nicht, welcher wahre doppelt brechende Charakter ihm zukommt. Man wird das Steigen haben, wenn die untersuchte Masse wahrhaft positiv ist und die parallel gestellte Richtung der der optischen Achse entspricht, oder der Körper nur

---

[1]) J. B. Biot, Lehrbuch der Experimental-Physik oder Erfahrungs-Naturlehre. Bearbeitet von G. Th. Fechner. Bd. V. Leipzig. 1829. 8. S. 187—196.

[2]) Das Verfahren sehe in: Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisirtem Lichte. Leipzig. 1861. 8. T. 143. 144.

[3]) Vgl. die Wertheim'schen Farben-Aequivalente ebendas. S. 119.

positiv zu sein scheint, in der Wirklichkeit aber negativ doppelt bricht, weil seine optische Achsenrichtung die parallel eingestellte Richtung senkrecht schneidet. Die Drehung um diese oder die auf ihr senkrechte Richtung entscheidet erst, welche dieser beiden Möglichkeiten in der Wirklichkeit vorliegt. Dasselbe gilt von einer Gewebanhäufung, die unendlich viele strahlig gestellte optische Achsen besitzt und daher ein dunkles Kreuz und positive Farben unter + 45⁰ und negative unter — 45⁰ oder umgekehrt darbietet.

Da wir immer durch den Prüfungskörper parallel der Achsenrichtung des Mikroskoprohres sehen, so bildet die Drehung um die der Achsenebene des Gypses parallele oder um die auf ihr senkrechte Richtung das Aequivalent einer mechanischen Verdickung der Platte. Wir vergrössern auf diese Art die Länge der Bahn des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles, den der doppelt brechende Körper erzeugt, auf künstlichem Wege. Fällt die Drehungsachse mit der optischen Achsenrichtung zusammen, so wirkt dann die Dickenzunahme als Verstärkung. Entspricht sie dagegen der auf der optischen Achsenrichtung senkrechten Richtung, so ist sie in entgegengesetztem Sinne, also wie eine in der optischen Achsenrichtung erzeugte Verdünnung thätig. Wir müssen daher die optische Verdickung von der mechanischen genau unterscheiden.

Nehme ich z. B. eine quergestreifte frische Muskelfaser und bringe die Längsachse derselben parallel der unter + 45⁰ eingestellten Achsenebene des Gypsblättchens von Roth erster Ordnung[1]) (565), so steigt die Farbe zu Blau oder Grün. Drehe ich jetzt um eine der Richtung der Achsenebene des Gypses oder der Längsaxe der Muskelfaser parallele Achse, so erhöht sich z. B. das Blau (664) zu Grün (826), das Grün zu Gelb (910). Hatte man anfangs Violettblau (580), so bekommt man zuerst Indigo (589) und dann blasses Blau. Die optische Achsenrichtung der Muskelfaser geht also in der Längsrichtung dahin. Jene ist nicht bloss scheinbar, sondern wahrhaft positiv. Dieses bestätigt sich auch dadurch, dass die Drehung um eine auf der Richtung der Achsenebene des Gypses und der Längsrichtung der Muskelfaser senkrechte Richtung das Grün zu Hellerblau, Dunkelblau und Violett allmählig sinken lässt, also wie eine Verdünnung und nicht wie eine Verdickung wirkt.

---

[1]) Diese und alle später erwähnten Aequivalentbestimmungen finden sich in der in der letzten Anmerkung erwähnten Tabelle.

Stellt man die Längsachse einer markigen Nervenfaser, deren Inhalt geronnen ist, oder eines hinreichend dünnen frischen Nervenbündels parallel der Achsenebene des Gypses ein, so sinkt z. B. das Roth zu Gelb (332) oder Weissgelb (267). Dreht man jetzt das Präparat um die Längsachse der Primitivfaser oder des Nerven, so geht die Farbe noch tiefer, also zu Weiss (259) hinab. Die Drehung um eine Richtung, die auf der vorigen senkrecht steht, lässt sie von Weissgelb (267) zu Gelb (306), von Gelb zu Orangeroth (505) steigen. Die Drehung um Längsachse setzt also die ursprüngliche Farbenerniedrigung, welches die Markmasse des Nerven erzeugt hat, fort. Dieses zeigt, dass die optische Achse der Nervenfaser in der Längsrichtung dahingeht und ihr wahrer und nicht bloss der scheinbare Charakter, der negative ist[1]).

Dieses Drehungsverfahren ergab mir, dass die quergestreiften und die glatten Muskelfasern, die wahren oder die scheinbaren Fasern des Bindegewebes, die Sehnen- und die

---

[1]) Da die Querschnitte des concentrisch geronnenen Nervenmarkes Kreuzbilder, wie eine senkrecht auf die optische Achse geschliffene einachsige Platte liefern, die auf ein Gypsblättchen (und natürlich ebenso auf ein $^1/_4$ Glimmerblättchen oder gepresstes Glas) positiv wirken, so glaubte man hieraus schliessen zu können, dass das Mark nicht negativ, sondern positiv sei und unendlich viele optische Achsen desselben strahlig in der Ebene des unendlich dünnen Querschnittes dahingehen. Ich bemerkte in dieser Hinsicht in meiner: Physikalischen Untersuchung der Gewebe Leipzig. 1867. 8. S. 313, dass diese Erfahrung eine solche Folgerung nicht gestattet. Man muss ein scheinbar positives Kreuz auf dem Querschnitte haben, wenn die optische Achse in der Längsachse oder wenn unendlich viele Achsen in dem Querschnitte in strahliger Anordnung vorhanden sind. Ich erläuterte ferner (S. 317. 318), wie die Drehungsversuche die optische Achsenrichtung in die Längsachse verlegen, das Nervenmark also wahrhaft und nicht bloss scheinbar negativ sei und beleuchtete auch andere thatsächliche Widersprüche, zu denen die entgegengesetzte Annahme führt (S. 318—320). Wollte man von dem Gesichtspunkte ausgehen, dass die concentrische Schichtung den einzigen Grund der Doppelbrechung des Nervenmarkes bildet, so wäre alle Discussion in sofern überflüssig, als dann die Theorie schon ohne Weiteres die optische Achse in die geometrische Achse des concentrisch geschichteten Kreiscylinders verlegt.

Obgleich wahrscheinlich Falk meine: Physikalische Untersuchung der Gewebe kennt, so trägt er doch kein Bedenken, ohne Angabe irgend einer Thatsache zu behaupten, er habe sich mit Evidenz überzeugt, dass das Nervenmark positiv und nicht, wie ich meine, negativ sei (Hermann's Medicinisches Centralblatt. 1867. S. 883). Diese unloyale und daher auch für eine vorläufige Mittheilung nicht zu entschuldigende Handlungsweise, ein Vorurtheil, nicht aber ein Urtheil möglich zu machen, lässt auch nicht bestimmen, wesshalb die Falk'sche Evidenz das Gegentheil der Wahrheit ausgesagt hat. Wir werden bei Gelegenheit der Beispiele für das erste Versuchsverfahren sehen, dass sich die noch markhaltigen faulenden Nervenfasern in Bezug auf die optische Achsenrichtung, wie die frischen verhalten.

elastischen Fasern ihre optische Achsenrichtung in ihrer Längsrichtung haben und wahrhaft positiv doppelt brechend sind. Die markige Nervenfaser stimmt zwar in sofern überein, als ihre optische Achse ebenfalls der Länge nach dahingeht, ihr Charakter dagegen ist negativ und nicht positiv.

Ich habe die einachsige Beschaffenheit des Gewebskörpers in dieser Darstellung immer betont, weil zweiachsige Körper Farbenänderungen liefern können, die oft zu Fehlschlüssen verleiten, wenn man nicht die Erscheinungen näher zergliedert. Diese Gefahr droht in noch höherem Grade, wenn der Einschaltungskörper viel circular oder elliptisch polarisirtes Licht liefert. Man braucht nur ein Gypsblättchen von $^1/_4$ Wellenlänge für Gelb als Prüfungskörper nach der Einschaltung eines Gypsblättchens von Roth erster Ordnung zu wählen, um einen anschaulichen Beleg für die beiden Behauptungen zu erhalten. Da sie auch für das erste neue Untersuchungsverfahren vollständig und für das zweite theilweise gültig bleiben, so wollen wir auch beide Methoden zunächst nur auf einachsige Körper anwenden.

Das eben geschilderte Drehungsverfahren, das bis jetzt das einzige auf mikroskopische Untersuchungen anwendbare Mittel bildete, die optische Achsenrichtung der Gewebe zu bestimmen, fordert einzelne besondere Vorsichtsmaassregeln, die ich auch schon früher hervorgehoben habe. Man muss z. B. nach der von dem Lichte abgewandten Seite drehen, um sich vor Täuschungen durch zurückgeworfenes Licht zu sichern. Gebraucht man einen Drehtisch oder vollführt man die Drehung von freier Hand, so ist man immer gezwungen, auf sehr starke Vergrösserungen zu verzichten, um viel Platz für die Wendung zu haben. Man muss endlich das Mikroskoprohr nach jeder Bewegung hinaufschieben, um wiederum den Gegenstand genau im Focus zu haben, weil sonst Irrungen in der Farbenbeurtheilung, vorzugsweise durch eine unrichtige Deutung der perspectivischen Anschauung möglich werden.

Man darf sich nicht bei dem Vergleiche der erhaltenen Farben mit denen der Farbentabelle durch einen Umstand stören lassen, den häufig sogar Physiker bei ähnlichen Untersuchungen an Mineralien unbeachtet gelassen haben. Die Farbe, die man sieht, bildet eine Folge der durch den Gangunterschied des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles bedingten Interferenz. Eilt einer der beiden dem anderen um eine halbe Wellenlänge einer Farbe voraus, so wird diese Farbe aus dem weissen Lichte ausgelöscht. Die Ergänzungsfarbe derselben kommt als Polarisationsfarbe zum

Vorschein. Da die Dicke die Länge des Weges bestimmt, so hängt auch von ihr der Gangunterschied und mithin die Polarisationsfarbe ab. Es beruht aber im Allgemeinen auf einem Irrthume, wenn man ohne Weiteres sagt, dass für eine der Achse parallele Platte und die senkrechte Einfallsrichtung des beobachteten Strahles, wie wir sie hier haben, die Farbe in gleichem Verhältniss der Dicke steigt. Dieses setzt voraus, dass die Stärke der Doppelbrechung oder der Unterschied der Brechungscoëfficienten des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles bei allen doppelt brechenden Körpern für alle Farben unverändert bleibt. Man weiss jedoch aus den von Rudberg an dem Quarze und dem Kalkspath angestellten Messungen, dass sich diese Annahme in doppelter Hinsicht nicht bewährt. Jene Stärke wächst mit der Brechbarkeit der Farbe, also von Roth nach Violett in einem und demselben Körper und wiederum in verschiedenem Grade in den verhandenen Massen. Nehmen wir z. B. immer den Werth, den die B Linie des Spectrums für den Unterschied der beiden Brechungscoëfficienten des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles giebt, als Einheit und den für H als Vergleichsgrösse, so beträgt diese 1,06 für den Quarz und 1,16 für den Kalkspath.

Da der Gangunterschied von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden Strahlen im Innern des doppelt brechenden Körpers abhängt, so hängt er auch von dem Unterschiede der zwei Brechungscoëfficienten ab, weil jeder von diesen in umgekehrtem Verhältnisse zu der ihm entsprechenden Fortpflanzungsgeschwindigkeit steht. Denken wir uns also eine der optischen Achse parallele Platte, die unter senkrechter Einfallsrichtung geprüft wird, nennen $v - v^1$ den Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles für die Dickeneinheit, c die Dicke der Platte und $\lambda$ die Wellenlänge der ausgelöschten Farbe, deren Ergänzungsfarbe als sichtbarer Rest zurückbleibt, so haben wir die Beziehung[1]):

$$c\,(v - v^1) = (2n + 1)\,\frac{\lambda}{2}$$

wo $2n + 1$ eine ungerade Zahl bedeutet, oder

$$\lambda = \frac{2c}{2n + 1}\,(v - v^1).$$

---

[1]) Der Vergleich mit der gewöhnlichen Darstellung (siehe z. B. F. Billet, Traité d'Optique physique. Tome I. Paris. 1858. 8. p. 462) wird klar machen, wesshalb ich den im Texte verfolgten Weg eingeschlagen habe.

Wäre $(v - v^1)$ für alle Farben beständig, so würde der Wechsel der ausgelöschten und daher auch das der Polarisationsfarbe nur von der Aenderung der Dicke abhängen. Dieses ist schon für eine und dieselbe Masse nicht der Fall, weil, wie wir gesehen haben, $v - v^1$ für kürzere Wellen grösser wird. Die Abweichung bleibt aber überdies für verschiedene Körper nicht dieselbe, weil die Beziehung $\frac{v - v^1}{\lambda}$ mit der Eigenthümlichkeit der Molecularbeschaffenheit wechselt. Man darf daher nicht erwarten, genau dieselbe Reihenfolge des Farbenwechsels in zwei Körpern zu erhalten, die stetig und in gleicher Weise von derselben Anfangsdicke an verdünnt oder verdickt werden. Ein für Farben empfindliches Auge erkennt auch den Unterschied bei der Untersuchung der verschiedenen Gewebmassen, vorzugsweise z. B. der Muskel- und Sehnenfasern. Er wird jedoch nie so bedeutend, dass er die Entscheidung der eben erläuterten Drehversuche oder der jetzt darzustellenden Prüfungsarten irgend wie gefährdete.

Gehen wir nun zu dem ersten neuen Verfahren über, so ändert es die frühere Methode nur dahin ab, dass es eine willkürliche Verdünnungsgrösse des Gewebkörpers zu Hilfe zieht und hierdurch die Untersuchung zu vereinfachen strebt. Ein Compressorium, welcher zwei Gläser, ein Object- und ein Druckglas führt, und nicht das in vieler Hinsicht bequemere neuere, das nur einen Metallring zur Compression eines beliebigen freien Präparats besitzt, wird für weichere Gewebe zur Verdünnung benutzt. Härtere fordern eine stärkere Presse, deren Druck man willkürlich reguliren kann.

Hat man das zu prüfende einachsige Fasergewebe so in die Druckvorrichtung gebracht, dass sie nur schwach zusammengepresst ist, so orientirt man ihre Längsachse parallel der Richtung der Achsenebene eines Gypsblättchens von Roth erster Ordnung. Ist die Untersuchungsmasse doppelt brechend, so wird sich die Farbe des Gypsgrundes ändern. Sie steigt, wenn jene positiv, und sinkt, so wie sie negativ in Verhältniss zur Längsachse erscheint. Drückt man sie hierauf zusammen, so dass die Prüfungsplatte mechanisch verdünnt wird, so nimmt hierdurch die frühere Wirkung auf den Gypsgrund ab. Die Farbe sinkt daher, wenn sie früher stieg und umgekehrt. Nun kann man immer das Compressorium oder die stärkere Presse, die bis jetzt wagerecht standen, in der Art schief von oben nach unten neigen, dass die neue Stellung einer Drehung um eine der Richtung der Achsen-

ebene des Gypses parallele oder eine auf ihr senkrechte Richtung entspricht. Man vollführt dieses am einfachsten, wenn man die Faser der Längsachse der viereckigen Grundplatte des Compressoriums parallel stellt. Wir wollen die erste Art der Hebung die parallele und die zweite die senkrechte Neigung nennen. Sie verdickt von Neuem die Untersuchungsplatte und kann daher die Farbe, welche diese durch das Zusammendrücken verloren hat, wieder herstellen, wenn die optische Achse der Neigungsrichtung parallel verläuft, nicht aber, wenn sie auf ihr senkrecht steht. Wir erhalten daher eine einfache Regel:

Man bringe ein weiches Fasergewebe, von dessen einachsiger Beschaffenheit man sich früher überzeugt hat, in ein Compressorium, und ein härteres in eine stärker wirkende Presse, so dass es schwach zusammengedrückt wird, stelle es auf dem rothen Gypsgrunde des Polarisationsmikroskopes oder einer anderen Polarisationsvorrichtung so ein, dass seine Längsachse der unter $\pm 45^0$ stehenden Achsen- oder Orientationsebene des Gypses parallel geht, drücke vorsichtig zusammen und sehe nach jeder auftretenden Farbenänderung nach, ob eine parallele oder eine senkrechte Hebung die unmittelbar vorangegangene Farbe wiederherstellt. Nur eine von beiden wird dieses erfüllen. Sie zeigt dann unmittelbar an, dass die optische Achsenrichtung ihrer Richtung entsprechend verläuft, also in der Längsachse der Faser, wenn die parallele und in der Querachse, wenn sie die senkrechte Hebung zur früheren Farbe zurückführt. Man muss jedes Mal so wenig als möglich zusammendrücken, also nur soviel, bis man die erste deutliche Farbenänderung erhält, damit auch die Hebung selbst im Stande sei, den Verlust an Dicke wiederum herzustellen. Da sich aber diese Untersuchung eine Reihe von Malen durch immer fortgesetzte Pressung desselben Präparats wiederholen lässt, so kann man das zuerst erhaltene Ergebniss mehrfach bestätigen. Dieses gewährt noch einen anderen Vortheil. Unser Auge ist für die Uebergänge von einer Farbe zur anderen ungleich empfindlich. Wir unterscheiden z. B. im Allgemeinen leichter eine geringe Aenderung des Blau als des Gelb. Die nur langsam gesteigerte Zusammendrückung führt uns nach und nach eine Reihe von Färbungen vor, so dass wir die günstigsten zur Entscheidung auswählen können.

Die leise Zusammenpressung macht z. B. die parallel der Achsenebene des Gypses eingestellte Muskelfaser dunkelblau statt hellblau und die ihrer Längsachse parallele Hebung stellt das frühere Hellblau von Neuem her. Die

optische Achse der Muskelfaser verläuft daher der Länge nach und diese ist wahrhaft positiv. Die mit ihrer Längsachse eingestellte Nervenfaser lässt den rothen Gypsgrund zu Gelb sinken. Die Farbe sinkt ferner zu Gelbweiss bei paralleler und steigt zu Orangeroth bei senkrechter Hebung. Die optische Achse der Nervenfaser geht also der Länge und nicht der Quere nach dahin. Die Nervenfaser ist wahrhaft negativ und nicht positiv mit optischer Achse, die in der Ebene eines jeden unendlich dünnen Querschnittes liegt. Dasselbe bestätigte sich an Bündeln des Nervus inguinalis eines Frosches, den ich vier Wochen lang in nicht gewechseltem Wasser liegen liess. Die mit ihrer Längsachse der Achsenebene des Gypses parallel gelagerten Nervenbündel zeigten eine lebhafte goldgelbe Farbe, die sich in Orangegelb durch das Pressen verwandelte. Die parallele Hebung stellte das reine Goldgelb wiederum her und die senkrechte liess das Roth immer nachdrücklicher erscheinen. Der Frosch verbreitete den widerlichsten Fäulnissgeruch und einzelne Theile der Unterleibseingeweide waren schon in Folge der Selbstzersetzung weich, wie Gallerte, geworden.

Ich will noch eine Reihe von Ergebnissen, welche die Behandlung mit dem Compressorium lieferte, der Anschaulichkeit wegen tabellarisch verzeichnen. Die auf diesen Wege gewonnenen Erfahrungen können, wie wir sehen werden, noch manches Andere lehren. Die Bestimmungen wurden nicht bloss für den Fall gemacht, dass die Längsachse der Faser der Gypsachse parallel stand, sondern auch auf den ausgedehnt, dass sie dieselbe senkrecht schnitt. Man hatte:

| Richtung der Längsachse der Faser in Vergleich zu der der Achsenebene des Gypses. | Farbe der Faser bei gelindem Anfangsdrucke. | Farbe der Faser bei immer fortgesetztem Drucke. |
|---|---|---|
| | **I. Quergestreifte Muskelfasern.** | |
| | a. Gesonderte Fasern des Adductor magnus des Frosches. | |
| parallel. | 1. Indigoblau (589). | Purpurroth (565). |
| parallel. | 2. Gelb (910). | Grünlichgelb (866). Blau (664). Roth. |
| parallel. | 3. Gelb (866). | Gelbgrün (843). Blaugrün (728). Hellblau (664). |
| rechtwinkelig gekreuzt. | 4. Weiss bis weissgelblich (259 — 267). | Gelb (332). Orangegelb (430) bis Orangeröthlich. |

| Richtung der Längsachse der Faser in Vergleich zu der des Gypses. | Farbe der Faser: bei gelindem Anfangsdrucke. | Farbe der Faser: bei immer fortgesetztem Drucke. |
|---|---|---|
| | b. Muskelfaser des Zwerchfells des Kaninchens. | |
| gekreuzt. | 5. Eisengrau (40). | Lavendelgrau (97). Weiss (234—259). Gelblichweiss (267). |
| | c. Desgl. des Sartorius des Kaninchens. | |
| parallel. | 6. Grünlichgelb (866). | Grün (774). Blau (728). |
| | 7. Orangeroth (998). | Gelb (910). |
| | 8. Gelb (910). | Grün (843). Heller Grün (826). |
| | 9. Grün (747). | Blau (664). |
| | 10. Orangeroth (998). | Gelb (910). |
| | d. Desgl. des Biceps brachii[1]) des Kaninchens. | |
| parallel. | 11. Grün (747). | Blau (664). |
| | 12. Orangeroth (998). | Gelb (910). |
| gekreuzt. | 13. Hellblau (158). | Weiss (259). Gelb (306). |
| | 14. Weiss (259). | Gelb (306). |
| | e. Desgl. der Fleischbalken des Herzens desselben Thieres. | |
| parallel. | 15. Grünblau (728). | Blau (664). Roth (551). Gelb (332). |
| | **II. Glatte Muskelfasern.** | |
| | f. Muskelhaut des Froschmagens. | |
| parallel. | 16. Blau (664). | Violettroth (570). |
| | 17. Grünlichgelb (866). | Blassblau (664). Violett (575). Weissgelb (267). |
| gekreuzt. | 18. Gelb (332). | Violettroth (570) bis Bläulich (weniger als 589). |

[1]) Da ich mich nie mit der Einzelmechanik des Biceps brachii des Kaninchens beschäftigt habe, so kam ich auch nicht in den Fall, besonders hervorzuheben, dass dieser Muskel nur einen Kopf im Kaninchen besitze. Ich gebrauchte und gebrauche aber diesen Namen in allen Fragen, wo dieser Punkt gleichgültig ist, um verständlich zu bleiben und nicht durch eine neu erfundene Ausdrucksweise zu verwirren. Ich theile eben den Glauben, dass ein Menschenanatom z. B. von einem Keilbeine des Menschen im Allgemeinen sprechen darf, wenn auch dieses aus einer Reihe von Stücken in früher Embryonalzeit besteht und mit dem Hinterhauptsbeine zu einem einzigen Grundbein nach vollständiger Ausbildung des Erwachsenen verschmolzen ist. Vergleichende Anatomen beseitigen nicht den Namen des Triceps brachii, wenn auch nicht drei, sondern vier Anconei vorhanden sind. (Siehe z. B. W. Krause. Die Anatomie des Kaninchens in topographischer und operativer Rücksicht bearbeitet. Leipzig. 1868. 8. S. 106).

W. Krause sagt von mir S. 9 der eben angeführten Schrift: ich rede von einem M. biceps brachii, den das Kaninchen nicht besitzt, beschreibt S. 107 desselben Werkes einen M. flexor antibrachii

| Richtung der Längsachse der Faser in Vergleich zu der des Gypses. | Farbe der Faser | |
|---|---|---|
| | bei gelindem Anfangsdrucke. | bei fortgesetztem Drucke. |
| | **III. Sehnen.** | |
| | g. Fasern der Achillessehne des Frosches. | |
| parallel. | 19. Grün (774). | Blau (664). |
| | 20. Kirschroth (968). | Gelb (910). Grüngelb (843). |
| gekreuzt. | 21. Grüngelb (zwischen 234 und 275). | Gelb (332). Orangeroth (505). |
| | h. Desgl. der oberen Sehne des Biceps brachii des Kaninchens. | |
| parallel. | 22. Grün (747). | Grünblau (728). |
| | i. Gesonderte, also einander nicht durchkreuzende Fasern des Centrum tendineum des Zwerchfells desselben Thieres. | |
| parallel. | 23. Grün (747). | Blaugrün (728). Blau (664). Indigo (589). Violett (575). |
| | **IV. Bindegewebe.** | |
| | k. Scheinfasern des Bindegewebes des Magengekröses des Frosches. | |
| parallel. | 24. Blauviolett (575). | Roth (551 — 536). |
| gekreuzt. | 25. Gelb bis Orangegelb (332 — 430). | Roth (536). |
| | l. Desgl. des Hodengekröses. | |
| parallel. | 26. Indigo (589). | Orangeroth (505). |
| | 27. Warmes Roth (536). | Gelb (332). |
| | **V. Nervenfasern.** | |
| | m. Durchsichtiges Faserbündel aus dem Hüftnerven des Frosches. | |
| parallel. | 28. Gelbweiss mit einem Stich in das Grünliche (267 — 234). | Gelb (306) und Orangegelb (430) an einzelnen Stellen. |
| gekreuzt. | 29. Grüngelb (866). | Indigoblau (589). Warmes Roth (536). Orangegelb (430). |
| | n. Desgl. aus dem Halstheile des herumschweifenden Nerven des Kaninchens. | |
| parallel. | 30. Gelb (332). | Orangeroth (505). |
| gekreuzt. | 31. Blau (664). | Violett (589). |
| | 32. Roth (565). | Gelb (332). |

(Biceps brachii) und fügt am Schlusse der Darstellung hinzu: Das Caput breve bicipitis fehlt. Es kann mich unter diesen Verhältnissen nur freuen, dass meine Anschauungsweise mit der von W. Krause, wenn auch nicht nach seiner neuern, doch nach seiner neuesten Ansicht übereinstimmt.

| Richtung der Längsachse der Faser in Vergleich zu der des Gypses. | Farbe der Faser | |
|---|---|---|
| | bei gelindem Anfangsdrucke. | bei fortgesetztem Drucke. |
| | o. Desgl. in Glycerin untersucht. | |
| parallel. | 33. Grüngelb (234—275). | Orangeroth (505). |
| parallel. | 34. Gelb (332). | Orangeroth bis Roth (505 bis 536). |
| | p. Einzelne Faserbündel der Markmasse des verlängerten Markes des Kaninchens. | |
| parallel. | 35. Gelb (332). | Orangeroth (505). |
| gekreuzt. | 36. Blau (589). | Rothviolett (575—565). |
| gekreuzt. | 37. Violett (575). | Warmes Roth (536). |

Alle diese Untersuchungen sind mit einem Gypsblättchen von dem Werthe 536 angestellt worden. Ich hob an dem Zwerchfelle ausdrücklich hervor, dass keine Kreuzung der gesonderten Sehnenfasern des Centrum tendineum Statt fand, weil diese eine Klippe bildet, die zu bedeutenden Täuschungen führen kann. Hat man solche Kreuzungen in einem Präparate der Muskel-, der Sehnen- oder der Nervenfasern, so erhält man schon bei natürlicher Dicke an allen oder an vielen Orten Färbungen, die Mischfarben bilden. Sie gehen aus denen hervor, welche die der Richtung der Achsenebene des Gypses parallelen Fasern liefern, und denen, welche die farbig erscheinenden anders gestellten Fasern ergeben. Drückt man ein solches Gemenge zusammen, so weiss man nicht, ob alle Fasern gleichmässig verdünnt werden oder nicht. Man erhält daher auch nicht selten an einzelnen Stellen Farbenänderungen, die man keiner befriedigenden Zergliederung unterwerfen kann.

Ein anderer .Umstand stört nicht in merklichem Grade. Drückt man einen einfach brechenden Körper zusammen, so wird er doppelt brechend. Ein einachsig doppelt brechender geht durch Pressung in einen zweiachsigen über. Das Compressorium ändert also in dieser Hinsicht das Fasergewebe, das seiner Einwirkung unterworfen wird. Man bemerkt aber dieses nicht bei dem praktischen Gebrauche nach der Einschaltung des Gypsblättchens, und zwar aus dem Grunde, weil die Aenderung selbst nach dem stärksten Drucke wenig eingreift und gerade der rothe Gypsgrund diese Wirkung verkleinert, wie wir in einem der früheren Aufsätze gesehen habe[1]).

---

[1]) Diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XXIX. S. 202 u. fg.

Ich hob schon in derselben Abhandlung hervor, wie die mit dem Compressorium angestellten Versuche dienen können, über die Elasticitätgrösse und die Stärke der Doppelbrechung der Gewebe zu belehren [1]). Sie sind auch im Stande, noch in einer anderen Beziehung, die gerade für die Bestimmung der optischen Achsenrichtung wichtig zu werden vermag, entscheidend eingreifen.

Es kommt vor, dass einzelne verhältnissmässig stark doppelt brechende Fasermassen Farben darbieten, die an und für sich selbst den Geübteren nicht entscheiden lassen würden, ob sie auf einer Erhöhung oder einer Abnahme der Farbe des rothen Gypsgrundes beruhen. Dieses gilt zunächst von einer eigenthümlichen Art von Gelb, die einerseits dem höhern Gelb von dem Aequivalentwerthe 910 und anderseits dem niedern von 332 bis 306 ähnlich sieht. Diese Färbungen entsprechen, wie alle Bilder des dunkeln Polarisationsgrundes einer mit zwei Nicol versehenen Vorrichtung, dem ausserordentlichen von dem untersuchten Körper erzeugten Bilde. Die zu dem ordentlichen Bilde gehörende Ergänzungsfarbe, die man erhält, wenn man das polarisirende oder das zerlegende Nicol um einen Quadranten dreht, also mit parallelen Nicols arbeitet, bildet in beiden Fällen ein Dunkel- bis Indigoblau, dem man ebenfalls keinen Entscheidungsgrund entnehmen kann. Er ergiebt sich dagegen von selbst, so wie man das Compressorium in Thätigkeit setzt. Entstand das Gelb durch Erhöhung der 565 entsprechenden Farbe des Gypsgrundes, so muss die durch Druck erzeugte Verdünnung ein Sinken, also einen Uebergang zu Grün (747), Blau (664—589) oder Violett (575) zur Folge haben. Ging hingegen das Gelb aus einem Sinken des Roth hervor, so führt natürlich der Gebrauch des Compressorium zu einem Steigen, zu Orange und den verschiedenen Nüancen des Roth (536—551) bis Purpurroth (565).

Man sollte glauben, dass der vorsichtige Gebrauch des Compressoriums alle Farbenarten, wie sie die Newton'schen Ringe liefern, der Reihe nach zur Anschauung bringen würde. Dieses ist häufig aus doppelten Grunde nicht der Fall. Der eine, der schon S. 73 erläutert worden, rührt von der mit den einzelnen Körpern wechselnden Aenderung der Stärke der Doppelbrechung mit der Verschiedenheit der Wellenlänge der ausgelöschten und daher auch der zurückbleibenden Farbe her. Der andere liegt darin, dass die Schraube eines selbst gut

[1]) Diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XXIX. S. 209.

gearbeiteten Compressoriums keinen so regelmässigen Gang zu haben pflegt, dass alle sprungweise fortschreitenden Druckwirkungen ausgeschlossen bleiben.

Das zweite Bestimmungsverfahren der optischen Achsenrichtung beruht auf einer eigenthümlichen Anwendung der Wirkungen des zusammengedrückten Glases. Ich habe schon in einem der früheren Aufsätze[1]) hervorgehoben, wie die Eigenschaften desselben dienen können, die positive oder negative Beschaffenheit zu bestimmen, wenn man weiss, dass die einachsige Platte senkrecht auf die optische Achse und die zweiachsige senkrecht auf die Mittellinie geschnitten ist. Wir wollen nun sehen, welcher Nutzen sich aus den Eigenschaften des zusammengedrückten Glases ziehen lässt, wenn die optische Achse in der Ebene der unendlich dünn gedachten Untersuchungsplatte liegt.

Die Theorie sucht darzuthun, dass die optische Achse eines gepressten Glasparallelepipeds in der Richtung der Druckachse dahingeht. Die Erfahrungen von Wertheim weisen der optischen Achse eine kleine Winkelneigung in Bezug auf die Druckachse zu, die mit der Verschiedenheit der Druckflächen desselben Körpers, nicht aber mit der Grösse des Druckes wechselt[2]). Diese Abweichungen von den strengen Forderungen der Theorie ist für unseren Zweck gleichgültig. Wir brauchen für diesen nur zu wissen, dass die optische Achse und die Druckachse des gepressten Glasparallelepipeds nahezu in derselben Richtung dahingehen und nicht einander rechtwinkelig kreuzen.

Wir erzeugen den dunkeln Polarisationsgrund durch die senkrechte Kreuzung des Polarisators und des Zerlegers und stellen nicht bloss die zu untersuchende Faser mit ihrer Längsachse, sondern auch über oder unter ihr die das Glasparallelepiped enthaltende Presse mit der Richtung ihrer Schraube, also der des künftigen Druckes unter $\pm 45^0$ ein. Die einachsige Faser erscheint dann mit verhältnissmässig grösster Helligkeit, so lange das Glas nicht zusammengedrückt wird und daher wie ein einfach brechender Zwischenkörper wirkt. Dieses ändert sich auch nicht in merklicher Weise, wenn selbst die Glasmasse einen geringen Grad bleibender Doppelbrechung durch die Wiederholung der Druckversuche gewonnen hat. Setzt man jetzt die Schraube in den Gang, so wird der Polarisationsgrund heller. Man hat überdies

[1]) Diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XV. S. 193—199.
[2]) Die physikalische Untersuchung d. Gewebe. S. 328.

einen von zwei Fällen. Die Faser verdunkelt sich immer mehr und mehr und erscheint zuletzt schwarz und undurchsichtig oder sie behält einen bedeutenden Grad von Helligkeit von der schwächsten bis zu der möglichst starken Zusammendrückung des Glases. Das elliptisch oder circular polarisirte Licht, welches die gepresste Glasmasse liefert, ändert jene Wirkungsweise nicht merklich.

Wir müssen jetzt die beiden möglichen Fälle gesondert betrachten.

Wird die zu prüfende einachsige Faser in Folge der Zusammendrückung des Glases dunkel, so zeigt dieses an, dass sie gleich einem positiven Körper wirkt. Stellt man nämlich die Druckachse des Glases und die Richtung der Achsenebene eines Gypsblättchens von Roth erster Ordnung (575 — 536) wechselseitig parallel ein und presst dann jenes durch das Anziehen der Schraube zusammen, so sinkt das Roth nach und nach, je stärker man drückt. Es wird allmählich zu Orangeroth (505), Gelb (332), Weiss (259) und Blaugrün (158). Die optische Achse des gepressten Glases geht, wie wir sahen, in der Richtung der mechanischen Achse dahin. Das Fallen der Farben beweist also unmittelbar, dass das gedrückte Glasparallelepiped nicht bloss scheinbar, sondern auch wahrhaft negativ ist. Der Brechungscoëfficient des ordentlichen Strahles ist in einem negativen Körper grösser, als der des ausserordentlichen. Da sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten umgekehrt, wie die Ablenkungsindices verhalten, so eilt in dem gepressten Glase der ausserordentliche, durch die Doppelbrechung erzeugte Strahl dem ordentlichen voran. Hat nun die mit ihrer Längsachse der optischen Achse des Glases parallel gestellte Faser die Wirkung, dass sie den dunkeln Polarisationsgrund, da wo sie liegt, von Neuem herstellt, dass sie also die negative Doppelbrechung des Glases aufhebt, so muss sie eine gleich starke positive Wirkung ausüben. Diese liefert einen ordentlichen Strahl mit grösserer und einen ausserordentlichen mit kleinerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit, mithin die gerade entgegengesetzten Bedingungen des Glases. Verstärkt man die Doppelbrechung des letzteren durch das immer kräftigere Anziehen der Schraube, so wird sich die in Bezug auf das Glas positiv wirkende Faser allmählich immer mehr verdunkeln und zuletzt eine grösste Dunkelheit erreichen. Wir wollen diese die maximale Verdunkelung nennen. Sie entspricht dem Falle, dass die negative Doppelbrechung des Glases genau eben so gross, als die des positiv wirkenden Körpers ist. Presst man das Glas noch mehr zusammen, so

gewinnt die Doppelbrechung des Glases die Oberhand. Man hat daher einen Ueberschuss von Helligkeit an derjenigen Stelle, wo die Faser liegt. Diese wird wiederum heller, nicht weil sie Licht erzeugt, sondern nur, weil sie das des Glases durchlässt.

Die Anzeige, die man hierdurch gewinnt, entspricht derjenigen, die das Steigen der Gypsfarbe liefert, wenn die Richtung der Achsenebene des Gypses und die der Längsachse der Faser parallel laufen. Diese kann in beiden Fällen wahrhaft oder nur scheinbar positiv sein. Denn geht die optische Achse der Faser in der Längsrichtung dahin, so ist diese wahrhaft positiv, weil sie parallel der optischen Achse des negativen Glases steht und nur hierdurch der Eintritt der Dunkelheit möglich ist. Verläuft hingegen die optische Achse der Faser der Quere nach, steht sie also auf der des Glases senkrecht, so kann die Gewebmasse nur dann auslöschend wirken, wenn sie scheinbar positiv, in der Wirklichkeit dagegen negativ ist. Es handelt sich also noch darum, zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden.

Hat man die bald zu erwähnenden Vorsichtsmaassregeln beobachtet, so dreht man die Faser um ihre Längsachse, während das Glasparallelepiped unverändert bleibt. Die Dicke der Faser nimmt hierdurch wiederum zu. Sie wird vor der maximalen Verdunkelung immer dunkler. Hat sie aber die Maximumwirkung erreicht, so hellt sie sich bei fernerem Drehen von Neuem auf, ihre optische Achse mag der Länge oder der Quere nach dahingehen, der Charakter mag also wahrhaft, oder nur scheinbar positiv sein. Die Art und Weise, wie man jetzt die maximale Dunkelheit (oder den Ausgangszustand überhaupt) wieder herstellen kann, wechselt in den beiden Fällen. Geht die optische Achse der Faser parallel der Druckachse oder der optischen Achse des Glases, also in der Längsrichtung von jener dahin, so rührt das Hellerwerden der vorangegangenen grössten Dunkelheit davon her, dass die künstlich verdickte Faser stärker doppelt bricht als die gepresste Glasmasse. Man muss daher dieses noch mehr zusammendrücken, die Schraube der Presse anziehen, um die Dunkelheit wiederherzustellen. Verläuft die optische Achse der Faser der Quere nach, so steht sie auf der optischen Achse des Glases senkrecht. Die durch die Drehung erzeugte Verdickung wirkt optisch nach Art einer Verdünnung. Die Aufhellung stammt davon, dass die gedrehte Faser schwächer als das Glas bricht. Man kann also die frühere Dunkelheit

nur dadurch herstellen, dass man das Glas weniger zusammendrückt, mithin die Schraube der Presse zurückdreht.

Diese Erläuterung bezieht sich auf den Fall, dass man die grösstmögliche Dunkelheit zum Ausgangspunkte wählt. Verfertigt man sich eine Reihe von Präparaten von verschiedener Dicke, so wird man immer eines oder mehrere finden, welche jener Bedingung genau oder annähernd Genüge leisten. Nimmt man dagegen nicht die grösste, sondern eine geringere Verdunkelung als Anfangspunkt, so wächst diese bei der Drehung um die der Druckachse des Glases parallele Richtung bis zu ihrem Maximum und nimmt später wiederum ab, wenn die Längsachse der Faser der optischen Achsenrichtung parallel, die Faser also wahrhaft positiv ist. Hat sie dagegen eine nur scheinbar positive Wirkung, weil ihre optische Achse der Quere nach dahingeht, so wirkt die Verdickung, die man durch die Drehung um die Druckachse, also um eine zur optischen Achse der Faser senkrechte Richtung darstellt, wie eine Verdünnung in optischer Beziehung. Die Faser wird dann heller, obgleich sie nicht vorher die grösste Dunkelheit erreicht hat. Will man die frühere Dunkelheit wieder herstellen, so muss man die Schraube der Presse lockern, damit das Glas in geringerem Grade doppelt breche.

Ein scharfes Auge wird auch den Charakter der Doppelbrechung richtig beurtheilen, wenn es selbst Präparate nimmt, die es nicht gestatten, die grösstmögliche Dunkelheit zum Ausgangspunkte zu nehmen. Die Ergebnisse gestalten sich aber weit auffallender und schärfer in diesem letzteren Falle. Da man die Präparate, die man am besten einfach auf einer Glasplatte eintrocknen lässt, beliebig dick nehmen kann, so hat es keine Schwierigkeit, solche zu finden, die schon das Maximum der Dunkelheit geben, ehe die grösste mögliche Zusammendrückung, die das Glas gestattet, erschöpft worden. Eine nicht grosse Drehung des Präparates führt dann zu einer merklichen Helligkeit. Wir wollen daher von nun an die Verhältnisse nur für den Fall, in welchem man von der grössten Dunkelheit ausgeht, näher erläutern.

Die zweite Möglichkeit, dass sich die mit der Druckachse des Glases parallel gestellte Faser nie verdunkelt, wenn man auch die Glasmasse noch so sehr zusammenpresst, lässt sich in ähnlicher Weise wie die, dass die Doppelbrechung des Glases die Beschattung herbeiführt, näher erläutern. Da wir voraussetzen, dass die optische Achse der Faser entweder der Länge oder der Quere nach dahingeht, so muss eine Faser, die bei paralleler Stellung ihrer Längsachse und

der Druckachse des Glases hell bleibt, dunkel werden, wenn man ihre Längsachse auf die Richtung der Druckachse senkrecht stellt. Die Faser wirkt in diesem Falle wahrhaft oder nur scheinbar negativ. Man hat eine wahre Negativität, wenn ihre optische Achse der Länge nach dahingeht, also die Druckachse senkrecht kreuzt, und eine bloss scheinbare, also eine positive Beschaffenheit, wenn ihre optische Achse der Quere nach also parallel der Druckachse verläuft. Dreht man die Faser um die Richtung dieser Druckachse, so geht das Maximum der Dunkelheit in Helligkeit über. Ist sie wahrhaft negativ, so hat die Drehungsachse ihre optische Achsenrichtung senkrecht gekreuzt. Die Drehung war also optisch wie eine Verdünnung thätig. Die positive Wirkung der Faser nahm ab. Die Aufhellung rührte von der verhältnissmässig zu starken Doppelbrechung des Glases her. Man muss die Schraube der Presse zurückdrehen, um die Dunkelheit wiederzuerhalten. Hat die Faser ihre optische Achse in der Querrichtung, so dass diese parallel der Drehungsachse verläuft, so hat die Verdickung die positive Wirkung verstärkt. Man muss die Schraube der Glaspresse weiter anziehen. Die Faser ist wahrhaft positiv, weil ihre optische Achse der Quere nach geht.

Man übersieht die Erscheinungen am besten und die Versuche gewinnen in hohem Grade an Zierlichkeit, wenn man zwei Fasern desselben Gewebes, welche die grösste Dunkelheit liefern, rechtwinkelig kreuzt. Wir genügen der erwähnten Nebenbedingung am einfachsten, wenn beide nahezu die gleiche Dicke und dieselbe Stärke der Doppelbrechung besitzen. Stellt man sie auf dem dunkeln Polarisationsgrunde unter $\pm 45^0$ ein, so erscheinen ihre freien Theile hell. Nur ihre Kreuzungsstelle liefert ein dunkeles Viereck, wie ich es Fig. 80. S. 282 der Untersuchung der Gewebe im polarisirten Lichte abgebildet habe, weil hier die obere Faser die Wirkung der unteren aufhebt. Manche Gebilde können Halbmonde, zeigen, wie es Fig. 76. S. 247 desselben Werkes dargestellt worden, Rhomben oder andere verwickeltere Gestalten darbieten.

Verläuft die optische Achsenrichtung der beiden dem gleichen Gewebe angehörenden Fasern entweder der Länge oder der Quere nach, so muss eine von ihnen, wenn sie unter $\pm 45^0$ eingestellt sind, hell bleiben und die andere dunkel werden, wenn die Druckachse des zusammengepressten Glases in der Richtung $\pm 45^0$ steht. Man erhält dann die für die grösste Dunkelheit als Ausgangspunkt geltende Regel:

Man kreuze zwei Fasern von gleicher Dicke, welche die grösste Dunkelheit bei dem Zusammendrücken des Glases liefern, rechtwinkelig, bringe sie unter $\pm$ 45° auf den dunkeln Grund des Polarisationsmikroskopes und schalte eine mit einem Glaswürfel versehene Glaspresse über oder unter dem Präparate so ein, dass deren Druckachse unter + 45° dahin geht. Die beiden rechtwinkelig gekreuzten Fasern sind natürlich bis auf die Kreuzungsstelle hell, so lange man das Glas nicht zusammendrückt. Sie dürfen dann keine Polarisationsfarben liefern, sondern nur silberweiss erscheinen, wenn sie die fernere Untersuchung ohne Weiteres gestatten sollen. Drückt man jetzt den Glaswürfel durch das Anziehen der Pressschraube zusammen, so hellt sich der dunkle Polarisationsgrund um so mehr auf, je weiter man zuschraubt, weil das immer stärker doppelt brechende Glas eingeschaltet ist. Eine der beiden rechtwinkelig gekreuzten Fasern verdunkelt sich immer mehr und wird zuletzt wiederum heller. Man schraubt so weit zurück, dass man die grösstmögliche Dunkelheit als Ausgangspunkt der bald zu erwähnenden Drehung erhält. Es ergeben sich unter diesen Verhältnissen die Einzelfälle:

1) Die der Druckachse des Glases parallele oder die unter + 45° eingestellte Faser verdunkelt sich. Dieses beweist, dass sie wahrhaft oder scheinbar positiv ist, weil das gepresste Glas negativ wirkt. Oder

2) Die auf der Druckachse senkrechte Faser wird dunkler, mithin die — 45° entsprechende. Sie ist also in gleichem Sinne wie das Glas thätig und verräth daher einen wahren oder scheinbar negativen Charakter. Der viereckige Interferenzfleck wird in beiden Fällen heller, erreicht aber natürlich nie die Helligkeit der nicht verdunkelten Faser.

Man dreht nun das Präparat so lange, bis die auf ihr Maximum verdunkelte Faser heller wird. Man hat dann vier Möglichkeiten für die Wiederherstellung der früheren Dunkelheit. Die tabellarische Zusammenstellung derselben dürfte die Uebersicht und die praktische Anwendung am meisten erleichtern. Es ergiebt sich:

| Einstellungsrichtung der Faser, die sich vor der Drehung bis zu dem möglichen Maximum verdunkelt, also bei einer geringen ferneren Drehung wiederum heller wird. | Schluss auf den optischen Charakter. | Nöthige Bewegung der Schraube der Glaspresse, um die frühere maximale Dunkelheit nach der Drehung des Präparates um die Druckachse des Glases oder um die Richtung + 45⁰ herzustellen. | Richtung der optischen Achse der Faser. | Wahrer doppelt brechender Charakter. |
|---|---|---|---|---|
| + 45⁰ | scheinbar oder wahrhaft positiv | Anziehen | der Länge nach | positiv. |
| | | Nachlassen | der Quere nach | negativ. |
| — 45⁰ | scheinbar oder wahrhaft negativ | Nachlassen | der Länge nach | negativ. |
| | | Anziehen | der Quere nach | positiv. |

So schön auch die Verdunkelung der einen oder der andern der beiden rechtwinkelig gekreuzten Fasern ausfällt, so fordert es doch einen besondern Grad von Vorsicht, sie so herzustellen, dass auch die Aufhellung bei der Drehung kenntlich bleibt. Diese vermag einen Winkel von 90⁰ der Natur der Sache nach nicht zu überschreiten. Die wirkliche Untersuchung ist sogar nur innerhalb einer kleineren Winkelgrösse möglich. Die Drehung der Faser muss aber die Weglänge des beobachteten Strahles um so viel verlängern, dass eine im Verhältniss zur früheren Dunkelheit merkliche Aufhellung zu Stande kommt. Man wird bisweilen den Unterschied weniger erkennen, wenn die Faser allzuwenig verdunkelt, also die Schraube der Presse in zu geringem Grade angezogen worden. Hat man das Maximum der Dunkelheit ganz genau bei wagerechter Lage des Präparats hergestellt, so ergeben sich die in der Tabelle ausgedrückten Beziehungen mit überraschender Schönheit.

Der eben erläuterte Umstand macht dieses zweite Verfahren schwieriger, als das erste, welches die Wirkung des Compressoriums zu Hülfe zieht, oder die gewöhnliche des Drehens. Sie kann aber einen neuen Beweis, wenn Zweifel herrschen, hinzufügen. Obgleich es nach dem, was in dem Texte dieses Aufsatzes und in der S. 71 gegebenen Anmerkung dargestellt worden, als überflüssig erscheinen dürfte, auf den doppelt brechenden Charakter des Nervenmarkes zurückzukommen, so will ich doch als Beispiel des zweiten Untersuchungsverfahrens die Muskel- und die Nervenfasern nehmen:

1) Rechtwinkelig gekreuzte Muskelfasern des Adductor magnus des Frosches. — Die der Druckachse des Glases parallele Muskelfaser verdunkelt sich. Diese ist also wahrhaft oder scheinbar positiv. Sie wird heller, so wie man das Präparat, welches das Maximum der Dunkelheit liefert, um eine der Druckachse des Glases parallele Achse gedreht hat. Man muss die Schraube der Presse anziehen oder das Glas stärker zusammendrücken, um die frühere Dunkelheit herzustellen. Die Muskelfaser ist also wahrhaft positiv, weil ihre optische Achsenrichtung der Länge nach dahingeht.

2) Rechtwinkelig gekreuzte Fasern des Nervus inguinalis des Frosches. Die auf der Druckachse des Glases senkrechte Fasermasse verdunkelt sich. Das Nervenmark ist also wahrhaft oder scheinbar negativ. Man dreht wiederum das Präparat, welches die grösstmögliche Dunkelheit darbietet, um diejenige Richtung, welche der der Druckachse parallel ist, mithin um eine Achse, die auf der Längsrichtung der verdunkelten Faser senkrecht steht. Die hierdurch entstehende Aufhellung wird nur durch Nachlassen und nicht durch das Anziehen der Schraube beseitigt. Hieraus folgt, dass das Nervenmark seine optische Achse in der Längsachse der Primitivfaser hat und wahrhaft negativ ist. Dasselbe bestätigt sich durch den umgekehrten Versuch. Ich drehe die möglichst verdunkelte -- 45$^0$ entsprechende Faser um ihre eigene Achsenrichtung, die also auf der der Druckachse senkrecht steht. Die hierdurch erzeugte Aufhellung wird nur beseitigt, indem man das Glas mehr zusammenpresst. Ginge die optische Achse der Nervenfaser der Quere nach, so dass sie wahrhaft positiv wäre, so müsste die Drehung um die Längsachse derselben die Positivität schwächen. Man müsste daher die Pressschraube lockern, um die frühere grösste Dunkelheit herzustellen. Die Erfahrung lehrt das Gegentheil.

Diese Beweise behalten auch ihre Gültigkeit gegen die Annahme, dass jeder unendlich dünne Querschnitt unendlich viele strahlige Achsen mit positiver Doppelbrechung besitzt. Kreuzen wir die beiden Nervenbündel auf einer wagerechten Unterlage, so stehen die erwähnten Querschnitte auf dieser senkrecht. Ein jeder hat dann ein Paar wagerechter Achsen, die der Oberfläche der Unterlage parallel gehen und die wir die beiden Hälften der Querachse nennen wollen und eine hierauf senkrechte Achse, welche der Richtung des beobachteten Strahles bei wagerechter Lage des Präparates entspricht. Die Wirkungen aller dazwischen liegenden Achsen lassen sich in zwei Componenten nach diesen beiden Achsen

zerlegen. Diejenige, welche der Querachse jederseits entspricht, ist kleiner als die senkrechte für alle Strahlen, deren Neigungswinkel zwischen $0^0$ und $45^0$ in Bezug auf die letztere liegt und grösser für die zwischen $45^0$ und $90^0$ befindlichen. Da die Querachse allein für unsere Prüfung in Betracht kommt, so hat die Annahme unendlich vieler strahligen Achsen in jedem Querschnitte nur die Folge, dass wir die Summe aller Quercomponenten statt der einfachen Querachse zum Grunde legen müssen. Diese Quercomponenten stehen sämmtlich auf der Druckachse des Glases senkrecht für die unter $+ 45^0$ orientirte Nervenfaser, die hell bleibt. Sie gehen ihr parallel für die $- 45^0$ entsprechende Faser, die sich verdunkelt. Nehmen wir für den Augenblick an, die strahligen Achsen entsprächen den wahren optischen Achsen eines positiven Körpers, so drehen wir das Präparat um die der Druckachse parallele Richtung, also auch um die angenommene optische Componentenrichtung der verdunkelten Faser. Ihre positive Wirkung müsste daher durch die Verdickung zunehmen. Die Aufhellung würde davon herrühren, dass die doppelt brechende Wirkung des Nervenmarkes über der des Glases das Uebergewicht erhielte. Man müsste also dieses stärker zusammendrücken, mithin die Schraube der Glaspresse kräftiger anziehen, um die frühere Dunkelheit herzustellen. Thut man dieses, so wird die Faser heller. Die Dunkelheit kehrt nur wieder, wenn man die Schraube nachlässt, also das Glas weniger zusammendrückt, so dass dieses und nicht das Nervenmark vorherrschend doppelt brach und desshalb die Helligkeit erzeugte. Eine ganz ähnliche Schlussfolge lässt sich auf den zweiten oben erwähnten Fall, wo sich um die Längsachre der Nervenfaser drehte, anwenden. Das Nervenmark kann daher nicht unendlich viele strahlige Achsen in jedem unendlich dünnen Querschnitt besitzen und aus diesem Grunde positiv sein.

Es versteht sich wiederum von selbst, dass man keine Faserkreuzung in einem der beiden nicht über einander liegenden Theile des Präparates haben darf, wenn man alle Täuschungen vermeiden will. Ich untersuche daher hierauf das Präparat unter dem zusammengesetzten Mikroskope, ehe ich es in den Polarisationsapparat bringe. Man muss ebenso, wie schon oben erwähnt wurde, vermeiden, dass ein Theil der Fasern oder die ganzen Fasern schon Polarisationsfarben auf dem dunkeln Polarisationsgrunde liefern, weil sonst die Beurtheilung der Verdunkelung erschwert wird oder diese gänzlich mangelt. Habe ich Präparate, welche die beiden

Klippen vermeiden, so entferne ich die Linsen des Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskopes, an dem ich ein grosses polarisirendes Nicol statt des gewöhnlichen Plattensatzes anbringen liess, oder nehme überhaupt ein Stativ, an dem man zwei Nicol um ihre senkrechte Achse drehbar in nicht unbedeutender gegenseitiger Entfernung befestigen kann. Oberhalb des Polarisators kommt zuerst ein das Präparat tragender Drehtisch, an dessen Stelle man auch das obere drehbare Glas eines Compressoriums benutzen kann, dann eine einfache oder zusammengesetzte Loupe und endlich die Presse mit dem Glaswürfel.

Ich möchte noch bei dieser Gelegenheit bemerken, dass das polarisirte Licht in Einzelfällen dienen kann, auf Faserkreuzungen aufmerksam zu machen. Hat man ein Faserbündel unter $\pm 45^0$ orientirt, so erscheint es durchgehends hell auf dem dunkeln Polarisationsgrunde, so wie alle Fasern einander parallel dahingehen. Bemerkt man Verdunkelungen an einzelnen Punkten oder in längeren Strecken, so liegt die Vermuthung nahe, dass hier Fasern, die in verschiedenartigen Richtungen verlaufen, übereinander liegen. Die Interferenz wird natürlich bei nahezu gleicher Dicke und derselben Stärke der Doppelbrechung um so grösser sein, je mehr sich der Kreuzungswinkel einem halben Rechten nähert. Arbeitet man auf rothem Gypsgrunde, so können örtliche Farbenänderungen, die nicht von Ungleichheiten der Dicke oder der Stärke der Doppelbrechung herrühren, dasselbe anzeigen.

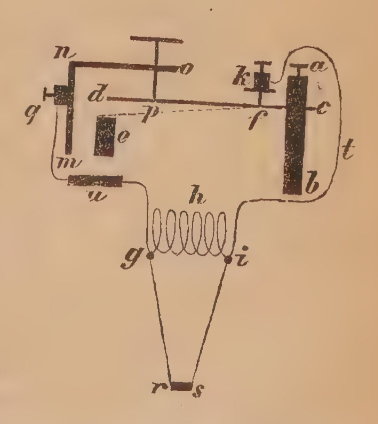
## XVII. Die Abblendung des erregten Schliessungs- oder Oeffnungsstromes durch das Hammerwerk des Magnetelektromotors und eine neue Form des Stromwenders mit Punktberührung.

Die einander entgegengesetzt gerichteten inducirten Wechselströme der gewöhnlichen Magnetelektromotoren gewähren einen wesentlichen Vortheil. Da ein Strom, der durch den Nerven in einer Richtung dahingeht, diesen für elektrische Erregungen derselben Richtung unempfindlicher und für die der entgegengesetzten empfänglicher macht, so wird der Nerv durch jene abwechselnden Ströme verhältnissmässig weniger rasch erschöpft und kann daher grössere Arbeitsleistungen in dem Laufe eines längeren Zeitraumes liefern. Es kommt aber bei physiologischen Untersuchungen häufig vor, dass man gerade mit einer einseitigen Stromesrichtung tetanisiren will. Die Fortschritte der Elektrotherapie werden das gleiche Bedürfniss früher oder später dem Arzte fühlbar werden. Die Nerven-

physiologie lässt voraussehen, dass einzelne Lähmungen nur durch einseitig gerichtete Inductionsströme gebessert oder geheilt, durch abwechselnd entgegengesetzt verlaufende dagegen im günstigsten Falle unverändert gelassen werden (siehe m. Versuch einer physiologischen Pathologe der Nerven. Erste Abtheilung. Leipzig und Heidelberg 1864. 8. S. 223 fgg.). Dieses bewog mich auch, einen für physiologische und ärztliche Zwecke berechneten Disjunctor (a. a. O. S. 201. Fig. 22) anfertigen zu lassen, mittelst dessen man nach Belieben nur Schliessungs- oder nur Oeffnungsinductionsströme oder beide zugleich erhalten kann, und der noch zu manchen anderen in jenem Werke angegebenen Zwecken zu dienen vermag.

Als ich vor einiger Zeit untersuchte, inwiefern der elektromagnetische Taster, der zu dem Telegraphiren mit Inductionsströmen vorzüglich durch unterseeische Leitungen vorgeschlagen worden, zu physiologischem Zwecken dienen könnte, kamen mir mehrere Arten einfacher an jedem Magnetelektromotor leicht anzubringender Einrichtungen in den Sinn, durch die man die inducirten oder erregten Schliessungs- oder Oeffnungsströme beliebig abblenden, also nur eine Art derselben benutzen könnte, Wir wollen uns zuerst den theoretischen Gedankengang, der mich auf die erste der drei in der Følge beschriebenen Anordnungen führte, klar machen und dann sehen, wie weit ihn die Erfahrung bestätigt hat.

Fig. 1.




Denken wir uns, *a b* sei die Messingsäule oder eine andere Vorrichtung des Magnetelektromotors, welche die Feder *c d* des Hammerwerkes enthält, so dass *d* dem Anker entspricht, der sich über der später magnetisch werdenden Eisenmasse *e* befindet. *f* sei die Platinspitze, welche die inducirende oder erregende Kette schliesst, wenn sie das auf der Feder *c d* angelöthete Platinblättchen berührt. *g* und *i* bezeichne die Stellen der beiden Klemmen, die sich an den Polenden der erregten oder Inductionsrolle befinden.

Ich habe schon früher eine Klemme *k* an dem Messingstücke, welches die die Platinspitze *f* führende Schraube trägt, anbringen lassen, um es möglich zu machen, den Unterschied der Wirkungen des Schliessungs- und des Oeffnungsstromes an jedem gewöhnlichen Magnetelektromotor, so sehr es über-

haupt angeht, auszugleichen. (Siehe Die physikalische Untersuchung der Gewebe. Leipzig und Heidelberg 1867. 8. S. 564 fgg.) Die Absicht, den Schliessungsstrom abzublenden, bewog mich, ein messingenes Winkelstück *mno* an dem Holze des Magnetelektromotors, das die inducirende Rolle trägt, von allen anderen Metalltheilen isolirt, befestigen zu lassen. Es führt eine Messingschraube, die unten mit einer abgestutzten Kegelfläche *p* endigt. Diese kann von der Feder *cd* entfernt oder umgekehrt so weit hinabgeführt werden, dass sie den vorderen, *d* benachbarten Theil bei tiefster Einstellung niederdrückt. Das Stück *mn* trägt die Klemme *q* zur Aufnahme eines Verbindungsdrahtes.

Ist der zu reizende thierische Theil oder das zur Prüfung der Wirkung dienende Galvanometer *rs*, so verbindet man *r* mit dem einen Polende *g* und *s* mit dem andern *i* der Inductionsrolle oder umgekehrt. Man stellt ferner eine Drathverbindung zwischen *i* und *k* durch *t* und eine zweite zwischen *g* und *q* durch *u* her oder ordnet auch das Ganze so an, dass *i* mit *q* und *g* mit *k* leitend vereinigt wird.

Stellen wir uns vor, das Stativ *ab* nehme den positiven Pol der erregenden Kette auf, so bildet die Feder *cd* den Repräsentanten der positiven Electrode. Der negative Pol findet sich zunächst an einem zweiten Messungstative, von dem der Kupferdraht auszugehen pflegt, der die Eisenkerne *e* des zweipoligen Magneten umgiebt, dann die erregende Spirale bildet und hierauf zu dem messingenen Träger der Schraube mit der Platinspitze *f* gelangt. Diese repräsentirt also den negativen Pol. Berührt *f* die Feder *cd*, so ist der Kreis geschlossen. Der Strom geht zuerst durch Umwindungen der Eisenkerne und macht diese magnetisch. Er tritt hierauf durch die erregende in der Figur fehlende Spirale, die wiederum den Schliessungsstrom in der erregten *ghi* erzeugt. Die magnetisch gewordenen Eisenkerne ziehen die Feder *cd* des Hammerwerkes, wie es die punktirte Linie zwischen *f* und *e* zeigt, hinab. Wird hierdurch die Berührung bei *f* unterbrochen, so öffnet sich die erregende Kette. Es erzeugt sich ein Oeffnungsinductionsstrom. Er, wie der frühere Schliessungsstrom durchsetzen aber den thierischen Theil oder das Galvanometer *rs*.

Denken wir uns *po* so weit hinabgeschraubt, wie es die Figur zeigt, so hat dieses zweierlei Folgen:

1) Die Inductionsrolle *ghi* besitzt an ihrem Ende zwei leitende Schliessungsbogen, den gewöhnlichen *grsi*, der den thierischen Theil oder das Prüfungsgalvanometer enthält, und eine Nebenschliessung, die durch die Bahn *guqnopfkti* gebildet wird und

deren Leitungswiderstand im Allgemeinen viel kleiner ist, als der des eingeschalteten thierischen Theiles *rs* oder eines mit zahlreichen Windungen eines dünnen Drahtes versehenen Galvanometers. Diese empfangen daher nur einen sehr geringen und bei feuchten Gebilden, in der Regel unmerklichen Theilstrom des Schliessungsinductionsstromes, der sich in der Inductionsrolle erzeugt. Ist die Feder *cd* lang und dünn, so biegt sie sich, da sie bei *c* befestigt ist, wie es die punktirte Linie zeigt, gegen das magnetisirte Eisen hinab. Man kann dann *p* so einstellen, dass sich hier die Verbindung mit *cd* um eine merkliche Zeitgrösse früher aufhebt, als bei *f*. Die Nebenschliessung fehlt dann, wenn die Kette bei *f* geöffnet wird. Der in *ghi* erzeugte Oeffnungsstrom geht daher durch *grsi* mit voller Stärke durch. Da sich dieser Doppelfall fortwährend wiederholt, so gewährt die Einrichtung das Mittel, die Schliessungsinductionsströme abzublenden und nur die Oeffnungsströme durch den thierischen Theil oder das Galvanometer gehen zu lassen.

2) Darf man nicht übersehen, dass auch ein Zweigstrom der erregenden Kette durch die Inductionsrolle *ghi* und den zu erregenden Kreis *grsi* tritt, so lange *p* die Feder *cd* berührt. Stellt diese wiederum den Ausläufer der positiven Elektrode dar, so begiebt sich zwar der Hauptstrom durch *ab* nach *cf*, und von da durch die die Eisenkerne umgebenden Windungen und die erregende Spirale zu dem Stative des negativen Poles. Ein Nebenstrom tritt aber von *f* nach *p*, geht dann durch *onqughitk*, gelangt hier in die erregende Rolle und läuft in ihrem Drahte bis zu dem negativen Stative ab. Ein Seitenstrom dieses Zweigstroms tritt durch *grsi*. Man sieht hieraus, dass der eben erläuterte Zweigstrom die erregende Spirale in jedem Falle in derselben Richtung durchsetzt, wie der erregende Hauptstrom. Sie wechselt dagegen für die Inductionsrolle *ghi* und daher auch für den Seitenkreis *grsi*, je nachdem wie in der Zeichnung, *g* mit *q* und *i* mit *k* oder umgekehrt *i* mit *q* oder *g* mit *k* verbunden ist. Man kann demgemäss die mannigfachen Folgen, die er nach sich zieht, seine Einwirckung auf den Inductionsstrom, so wie die Eigenschaften des Extra- oder des Gegenstroms, den er selbst in der Inductionsrolle erzeugt, in Bezug auf den Schliessungs- und den Oeffnungsstrom beurtheilen.

Dieser Zweigstrom muss verhältnissmässig um so schwächer ausfallen, je grössere Leitungswiderstände er auf seinem Wege antrifft, vorzugsweise also einen je längeren und dünneren Draht die Inductionsrolle besitzt. Entspricht *rs* einem Thiergewebe

oder einem Galvanometer mit sehr vielen Windungen, so hat man so grosse Widerstände für den sich durch *grsi* abzweigenden Seitenstrom, dass er die Hauptwirkung keinesfalls in merklicher Weise stört.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass auch den Inductionsströmen die Bahnen des Zweigstromes offen stehen.

Fängt auf diese Weise die in der Figur gezeichnete Anordnung die Schliessungsströme ab und lässt die Oeffnungsströme frei, so wird man das Umgekehrte erreichen, wenn man eine *p* analoge Nebenschraube nicht über, sondern unter der Feder des Hammerwerkes anbringt. Denken wir uns hier der Unterseite bei *p* entsprechend eine mit *mno* metallisch verbundene Schraube. Die Endfläche von dieser sei so gestellt, dass sie *cd* nicht berührt, wenn *f* der Feder *cd* anliegt, so ist die Kette geschlossen. Da jetzt keine Nebenschliessung vorhanden, so geht der Schliessungsinductionsstrom nur durch *ghisr*. Er durchsetzt also den thierischen Theil oder das Galvanometer *rs* mit voller Stärke. Ist nun die untere Schraube so eingestellt, dass die nach der punktirten Linie sich biegende Feder die Verbindung mit ihr früher herstellt, als sich *f* von *cd* trennt, so findet der in *ghi* erzeugte Oeffnungsinductionsstrom die Nebenschliessung geringen Widerstandes als vollständigen Schliessungsbogen vor. Der thierische Theil oder das Galvanometer *rs* erhalten einen bis zur Unmerklichkeit schwachen Nebenstrom. Eine solche Anordnung wird mithin die Aufgabe lösen, die Oeffnungsströme abzublenden und die Schliessungsströme durchzulassen.

Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass diese zweite Einrichtung von der ersten in einem wesentlichen Punkte abweichen muss. Das ganze Gestell *mno* kann unverrückt bleiben, wenn man die Schliessungsströme abfangen und nur die Oeffnungsströme benutzen will, indem man *p* bis zur Berührung mit *cd* hinabschraubt, weil sich hier später die von *e* angezogene Feder von *p* entfernt. Dieser günstige Fall fehlt bei der Abblendung der Oeffnungsströme durch eine unterhalb *cd* angebrachte Vorrichtung. Wollte man diese unbeweglich machen, so würde die Berührung, die nach dem Schlusse und vor der Oeffnung bei *f* erfolgen muss, den Gang des Hammerwerkes hemmen. Die erregende Kette bliebe geschlossen. Die Unterlage, welche die Berührungsmasse trägt, muss daher federn, damit sie die von *e* immer stärker angezogene Feder *cd* mit sich bei ihrem Niedergange bis zu dem Augenblicke der Oeffnung der erregenden Kette bei *f* fortführt. Nun kommt ein neuer Nebenumstand in Betracht.

Die bis jetzt angestellte Berechnung stimmt nur für die erste Schliessung und die erste Oeffnung des Hammerwerkes. Hört der Magnetismus der anziehenden Eisenmassen mit der ersten Oeffnung auf, so dass die Feder *cd* vermöge ihrer Elasticität zurückschwingt, so kehrt auch die federnde Unterlage der Berührungsschraube nicht bloss zu ihrer Gleichgewichtslage zurück, sondern über diese vermöge der erlangten Geschwindigkeit hinaus. Es kann daher kommen, dass sie die Feder noch berührt, wenn die neue Schliessung erfolgt und so auch der erregte Schliessungsstrom abgefangen wird. Schwingt die Unterlage merklich rascher nach unten zurück, so wird sogar auf diese Weise möglich, dass die Berührung im Augenblicke der Oeffnung der erregenden Kette fehlt und, wie erwähnt, während des Schlusses eintritt, dass man also dieselben Wirkungen, wie bei der obern Berührungsschraube, oder das Gegentheil dessen, was man beabsichtigt, herstellt. Man kann diesen Uebelstand vermeiden, wenn man z. B. zwei Schrauben an der federnden Unterlage der unteren Berührung zur Verfügung hat. Die eine dient dazu, diese von der Feder *cd* so weit zu entfernen, dass keine Berührung stattfindet, wenn auch der Anker, der sich bei *d* befindet, die magnetisirten Eisenkerne berührt. Die zweite arbeitet als Hemmung der Bewegung der federnden Unterlage nach oben. Sie wird so eingestellt, dass diese ihre Gleichgewichtslage bei den Schwingungen nicht überschreiten und daher auch *cd* in dem Augenblicke des Schlusses nie, wohl aber immer während der Oeffnung der Kette berühren kann.

Nachdem ich diese Einrichtungen an einem gewöhnlichen zweipoligen Magnetelektromotor hatte anbringen lassen, ging ich zunächst an die galvanometrische Prüfung. Ich muss hierbei die Betrachtung zweier Punkte, die für die Beurtheilung der Ergebnisse von Bedeutung sind, vorausschicken.

Tetanisirt man einen Nerven mit einem Magnetelektromotor, der sich auf demselben Tische, wie das Galvanometer befindet, um z. B. die negative Schwankung des Muskel- oder des Nervenstromes zu erhalten, so unterschätzt man in der Regel den Einfluss, den die magnetisirten Eisenkerne und Eisenstäbe des Magnetelektromotors auf die nicht weit entfernte Magnetnadel ausüben. Man prüft daher auch in der Regel nicht, ob der Magnetelektromotor, ehe er mit dem Galvanometer oder dem Nerven verbunden ist, eine Ablenkung der Magnetnadel während des Hämmerns erzeugt. Dieser Einfluss ist aber so stark, dass man ihn schon mit einer gewöhnlichen Boussole, wie man sie auf den Telegraphenbureaux gebraucht,

wahrnehmen kann. Stelle ich z. B. eine solche einfache, also nicht astatische Magnetnadel, um die 15 Windungen eines Kupferdrahtes herumgehen, in einer Entfernung von ungefähr 50 bis 60 Centimeter von dem Hammerwerke des Magnetelektromotors auf und setze dieses durch eine kleine Zinkkohlenbatterie in Bewegung, so weicht die Magnetnadel um $60^0$ bis $120^0$ aus, die Enden ihres Drahtes mögen mit denen der Inductionsrolle des Magnetelektromotors verbunden sien oder nicht. Bringe ich jetzt dieselbe Boussole in eine Entfernung von ungefähr $1 - 1^1/_2$ Meter und verbinde die Ausläufer ihres Drahtes mit denen der Inductionsrolle, so bleibt die Nadel während der Thätigkeit des Magenelektromotors unverrückt stehen.

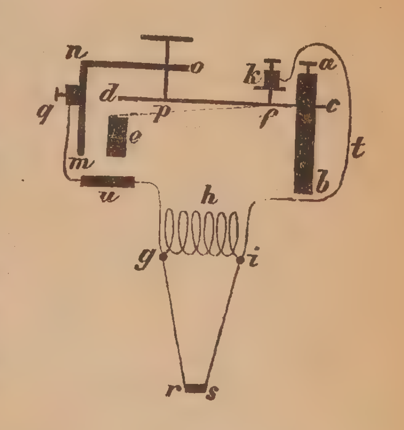
Ich gebrauchte 15000 Windungen eines Sauerwald'schen Galvanometers von 30000 Windungen zu den sogleich anzuführenden Versuchen. Die Nadel war so schwach astasirt, dass der Nervenstrom eines kräftigen, eben getödteten Frosches nur eine Ablenkung von $5^0 - 10^0$ erzeugte, wenn man ihn durch alle 30000 Windungen leitete. Sie forderte im Durchschnitt $11^1/_2$ Secunden für eine einfache $90^0 - 100^0$ umfassende Schwingung. Arbeitete der Magnetelektromotor in ungefähr 2 Meter Entfernung, so bewirkte er noch eine Ablenkung von von $2^0 - 3^0$, ohne dass irgend eine Verbindung des Galvanometers mit der Inductionsrolle hergestellt worden. Man muss daher den Magnetelektromotor in einen so grossen Abstand von dem Galvanometer bringen, dass man sicher ist, die Magnete desselben wirken nicht mehr merklich auf die Galvanometernadel, deren Astasie nicht vor sichtlichen Bewegungen durch äussere beliebig gestellte Magnete stützen würde, wenn sie selbst der möglichsten Vollkommenheit nahe stände. Man handelt immer am besten, wenn man die Nadel während der Thätigkeit des Magnetelektromotors beobachtet, ehe man die Verbindungen mit dem Galvanometer und der Inductionsrolle herstellt.

Das Hammerwerk liefert in der Zeit eine um so grössere Zahl von Schlägen unter sonst gleichen Nebenbedingungen, je kürzer der Weg von seiner Stellung im Augenblicke des Kettenschlusses bis zur grössten Annäherung an die magnetisirten Eisenkerne und je grösser die Geschwindigkeit dieser Ortveränderung ausfällt. Für die gleichen Elasticitätsgrade der Feder des Hammerwerkes kommen aber zwei Bedingungsglieder in dieser letzteren Beziehung in Betracht. Der Anker bewegt sich um so rascher, je mehr er sich dem magnetisirten Eisenkerne nähert. Er geht also gegen diese mit beschleunigter

Geschwindigkeit hinab, weil die Anziehungskräfte des Magnetismus in umgekehrtem Verhältnisse des Quadrates der Entfernungen wirken. Die Schnelligkeit der Bewegung nimmt auch mit der Stärke des Magnetismus zu. Sie sinkt daher, so wie sich neue Leitungsbahnen, die die Widerstände vergrössern, einschalten.

Das Letztere tritt in unserem Falle ebenfalls ein, wenn sich die Nebenschliessung herstellt. Wir dürfen daher schon desshalb nicht die gleiche Zahl von Hammerschlägen des Magnetelektromotors erwarten, sobald wir ihn das erste Mal wie gewöhnlich wirken lassen und das zweite Mal eine der beiden Nebenschliessungen überdies noch in Thätigkeit setzen. Stellt sich diese in dem Augenblicke des Kettenschlusses her, so erzeugt sich auch hierdurch ein etwas geringerer Grad des Magnetismus. Vervollständigt sich die Nebenschliessung unmittelbar vor dem Oeffnen der Kette, so sinkt der Magnetismus plötzlich und geht einen Moment später noch rascher hinab, hört aber erst nach einer merklichen Zeit vollständig auf, weil er, wie bekannt, eben so wenig augenblicklich verschwindet, als entsteht.

Diese Ungleichheiten bleiben noch klein in Vergleich zu einer anderen, die sich vorzugsweise einfindet, wenn man die Schliessungsströme abfangen will, man also die in Fig. 1. in *p o f* gezeichnete Verbindungsweise gebraucht. Es gelingt oft nicht, die nöthige Einstellung so zu erhalten, dass die Platinspitze genau ihre frühere Lage bewahren kann. Hat man die Berührungsschraube etwas zu sehr hinabgeführt, so muss man, wenn man vorher die Bewegung, die das Hammerwerk machen soll, mit dem Finger nachahmt, die Platinspitze etwas tiefer stellen. Man kann sich auch dadurch helfen, dass man einen kleinen Spalt zwischen der Berührungsfläche und der Feder offen lässt und diesen dadurch schliesst, dass man die Platinspitze etwas höher schraubt. Rechnet man noch die Störungen, welche die doppelte Berührung selbst macht, hinzu, so wird die Zahl der Schliessungen und der Oeffnungen, welche das Hammerwerk bei abwechselnd entgegengesetzten Strömen liefert, nie genau dieselbe, wie bei einseitigen Strömen sein. Da man hier keine anhaltenden Ströme hat, so muss man sich die Wirkung auf die Galvano-



meternadel als die Summe von eben so vielen in endlichen Intervallen auf einander folgenden Stössen, als Schliessungen oder diese und Oeffnungen der Kette und mithin als Inductionsstösse überhaupt auftreten, vorstellen. Bliebe die Zahl der Schliessungen der Kette die gleiche, so würde die Menge der inducirten Wechselströme, die durch das Galvanometer in der Minute gehen, doppelt so gross sein, als wenn man nur inducirte Schliessungs- oder nur Oeffnungsströme hindurchleitet. Vergrösserte sich die Menge der Schliessungen in dem zweiten Falle, weil die Feder *cd* des Hammerwerkes etwas tiefer steht, so könnte dieses immer noch nicht den Unterschied ausgleichen, weil es, wie die Tonverschiedenheit lehrt, die Zahl der Schläge lange nicht verdoppelt. Dazu kommt aber noch ein anderer Umstand. Hat der Schliessungsstrom des wie gewöhnlich arbeitenden Magnetelektromotors gewirkt, so sucht die Nadel zurückzuschwingen und wird es auch thun, wenn eine merkliche Bewegung innerhalb der bis zu dem neuen Stoss verfliessenden Zeit möglich bleibt. Der folgende Oeffnungsstrom ist aber entgegengesetzt gerichtet. Er begünstigt daher den Rückschwung. Hat man dagegen einen der beiden Ströme abgeblendet, so wird der Rückschwung langsamer erfolgen, weil der entgegengesetzt gerichtete Strom fehlt. Rechnet man noch den kaum theoretisch zu bestimmenden Gang des Wachsthums des Magnetismus der Eisenkerne bei dem Schlusse und der Abnahme desselben nach dem Oeffnen der Kette hinzu, so sieht man, dass man einen nur bedingten Werth auf die Zahl der Grade, um welche die Galvanometernadel in den einzelnen Fällen abgelenkt wird, legen darf.

Ich brachte einen ersten Stromwender zwischen einer mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Batterie von acht kleinen Zink-Kohlenelementen und dem Magnetelektromotor an, stellte die Verbindungen *qugitk* Fig. 1 her, führte *gr* und *si* an einen zweiten Stromwender, dessen Ableitungsdrähte mit den 15000 Windungen des oben erwähnten Galvanometers zusammenhingen. Ich hatte vorher die bei 90$^0$ stehende Hemmungen herausgenommen. Der Multiplicator befand sich ungefähr 2$^1/_2$ Meter von den Eisenmassen des Magnetelektromotors entfernt. Spielte dieser, ehe er mit dem Galvanometer verbunden war, oder nachdem ich alle Verbindungen hergestellt, den zweiten Stromwender aber geöffnet hatte, so blieb die Galvanometernadel vollkommen ruhig. Man war also vor den störenden Wirkungen der magnetisirten Eisenmassen gesichert.

Ich öffnete hierauf den ersten Stromwender, sperrte das Hammerwerk des Magnetelektromotors dadurch, dass ich die

Platinspitze herunter bewegte, bis der Anker der Hammerfeder auf den Eisenkernen fest auflag und schloss den zweiten Stromweder, der zu dem Galvanometer führte. Wir wollen die Ablenkungsrichtung der Galvanometernadel, welche der ursprüngliche oder der erregende Strom erzeugen würde, mit Plus und die entgegengesetzte mit Minus bezeichnen. Schloss ich den ersten Stromwender, so gab der hierdurch erzeugte Schliessungsinductionsstrom einen ersten Ausschlag von — 20⁰. Die Nadel schwang zurück und blieb endlich auf Null, während die erregende Kette geschlossen blieb, stehen. Die Oeffnung lieferte eine erste Ablenkung von + 32⁰, worauf die Nadel hin und her schwang, bis sie endlich auf Null zur Ruhe kam.

Hatte ich den ersten Stromwender abermals geschlossen und die Einstellung der Nadel auf Null abgewartet, so schraubte ich die Berührungsschraube hinunter, bis *p* unmittelbar an *cd* stiess. Die Galvanometernadel wich jetzt um + 25⁰ bis + 30⁰ in den verschiedenen Versuchen aus und blieb während der ganzen Dauer des Kettenschlusses abgelenkt. Dieses zeigte den oben erwähnten Zweigstrom an, der vermöge der Nebenschliessung eingeführt wurde. Man konnte die Richtung des Ausschlags umkehren, wenn man die Schliessungsweise des ersten Stromwenders oder die Befestigungsart der Drähte an den Enden der Inductionsrolle umkehrte. Schraubte ich jetzt die Platinspitze in die Höhe, so wich die Nadel in dem Sinne des erregenden Stromes so stark aus, dass sie sich in einem Halbkreise und selbst oft eine Reihe von Malen im Kreise herumdrehte. Es stand diesem eben jetzt nur der Weg durch die frühere Nebenschliessung offen.

Ich machte hierauf das Hammerwerk frei und liess es, wie gewöhnlich, durch die Thätigkeit der Platinspitze arbeiten. Die Nadel wich zuerst um + 90⁰ aus und spielte in der Folge, während das Hammerwerk ging, zwischen + 48⁰ und + 52⁰. Man hatte also ein Vorherrschen des Oeffnungsinductionsstromes. Während nun das Hammerwerk in Thätigkeit blieb, führte ich die Berührungsschraube so weit hinunter, dass die Schliessungsschläge abgefangen, die Oeffnungsschläge hingegen durchgelassen wurden. Die Nadel ging sogleich auf + 130⁰ und hielt sich später, während der Magnetelektromotor fortarbeitete, auf + 90⁰ bis + 95⁰. Schraubte ich die obere Berührungsschraube zurück, öffnete den zweiten zum Galvanometer führenden Stromwender, stellte das untere Berührungsplättchen so ein, dass die Schliessungsströme durchgelassen und die Oeffnungsströme aufgefangen wurden und schloss wiederum den zweiten Stromwender, so ging die

Nadel sogleich von $0^0$ auf — $80^0$ und spielte später zwischen — $62^0$ und — $64^0$.

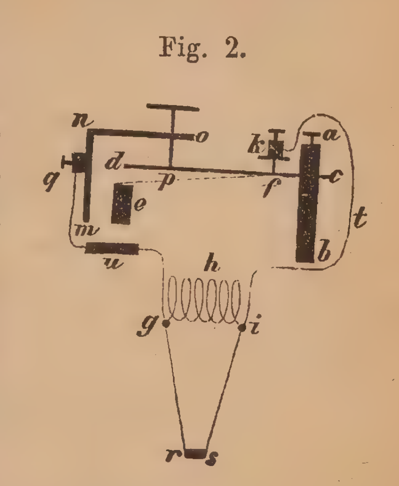
Die vielfache Wiederholung dieser Versuche lieferte häufig eine eigenthümliche Erscheinung. Hatte ich die Nebenschliessung eine Zeitlang in dem Sinne wirken lassen, dass die Oeffnungsschläge allein durch das Galvanometer gingen, öffnete den ersten Stromwender und wartete bis die aus der negativen Hälfte zurückgekehrte Nadel ausgeschwungen hatte und daher auf Null stehen blieb, richtete die Nebenschliessung für den Durchtritt blosser Oeffnungsströme ein und schloss den ersten Stromwender in demselben Sinne, wie früher, so wich sogleich die Nadel mit grosser Heftigkeit in die positive Hälfte aus. Der erste Oeffnungsstrom gab ihr einen Stoss, der sie nachdrücklich aus der Ruhe weckte. Die Ablenkung vergrösserte sich nicht, sondern nahm ab, weil die späteren Inductionsströme discontinuirlich und zwar nach Pausen von endlichen Zeitgrössen wirkten. Ganz anders verhielt sich in der Regel die Sache, wenn ich den Gang des Hammerwerkes nicht unterbrach, um die Aenderung herzustellen. Ich liess z. B. zuerst die für das Abfangen der Oeffnungsschläge bestimmte Nebenschliessung wirken. Schwankte dann die Nadel zwischen — $60^0$ bis — $70^0$, so hob ich die Nebenschliessung während des Hämmerns des Magnetelektromotors auf, so dass dieser Wechselströme durch das Galvanometer sandte. Da von diesen die Oeffnungsströme vorherrschten, so sollte man glauben, dass dann die Nadel nach dem positiven Quadranten rasch und weit hinüberging. Keineswegs. Sie begab sich vielmehr verhältnissmässig ziemlich langsam nach dem Nullpunkt, überschritt diesen und blieb dann bei + 6, + 8 oder + $12^0$ stehen. Es fehlte eben jetzt der erste Stoss, der sie aus der gleichgültigen Ruhe weckte. Oeffnete ich den ersten Stromwender, wartete bis die Nadel auf Null ruhig blieb, und schloss jenen von Neuem für die Durchleitung derselben Wechselströme, so begab sich die Nadel sogleich mit grosser Schnelligkeit nach + $90^0$ und weiter hinüber.

Die Einstellung für die Abblendung der Oeffnungsströme ist etwas schwieriger, als die für das Abfangen der Schliessungsströme. Dieses bewog mich, ein zweites Verfahren für den ersten Fall herzustellen. Der Grundgedanke beruht darauf, den inducirten Kreis selbst durch das Hammerwerk unterbrechen zu lassen.

Man schaltet das Galvanometer oder den thierischen Theil bei *u* Fig. 2 ein. Ein Draht, der von dem einen

Pole *g* der Inductionsrolle ausgeht, tritt zu *u*. Von diesem verläuft ein Draht zu *q*, so dass, da *mno* ein isolirtes Messingstück ist, das Ende *p* der Berührungsschraube das eine Ende der Inductionsrolle repräsentirt. Man führt einen zweiten Draht von der mit der Platinspitze *f* metallisch verbundenen Klemme *k* wie *kti* zu dem zweiten Ende *i* der Inductionsrolle. Die Berührungsschraube *p* wird eben so eingestellt, als wollte man bei dem ersten Verfahren die Schliessungsströme abblenden. Der inducirte Kreis ist also vollständig, wenn die Platinspitze *f* die Feder *cd* des Hammerwerkes berührt. Der Schliessungsinductionsstrom geht dann durch *guqnopfktihg* Fig. 2. Biegt sich die Feder *cd* gegen den magnetischen Eisenkern hinab, so öffnet sich wiederum *p* früher als *f*. Die Oeffnung des Inductionskreises fällt also in eine Zeit, wo noch die erregende Kette durch *f* geschlossen wird, wo also jeder Inductionstrom fehlt. Er ist offen, wenn die Trennung bei *f* den inducirten Oeffnungsstrom erzeugt. Man erspart also durch diese Anordnung die untere Feder. Die obere allein reicht hin, die nöthige Nebenschliessung möglich zu machen, wenn man nur die Oeffnungsströme, und den Inductionskreis bei derselben Einstellung zu unterbrechen, wenn man nur die Schliessungströme benutzen will.

Fig. 2.




Ein Beispiel möge wiederum zeigen, wie gut diese zweite Einrichtung arbeitet. Die Anordnung war bis auf die eben erläuterte Drahtverbindung dieselbe, wie sie für das erste Verfahren angegeben worden.

Ich sperrte zuerst, wie früher, die Feder *cd* des Magnetelektromotors durch die Platinspitze. Schloss ich den ersten Stromwender, so gab der Schliessungsinductionsstrom eine erste Ablenkung von — 64$^0$. Die Nadel hielt sich nach dem Ausschwingen auf Null, während die erregende Kette geschlossen blieb. Schraubte ich nun die Berührungsschraube gegen *cd* hinunter, so lieferte die Nadel in verschiedenen Versuchen Ausschläge von + 180$^0$ bis + 295$^0$ und blieb sogar das eine Mal zuletzt auf + 270$^0$ am Ende der Schwankungen in Ruhe. Der dieses Mal so starke Zweigstrom wirkte auch während der Dauer des Geschlossenseins der erregenden Kette. Führte ich die Contactschraube zurück, so begann die Nadel ihren Rückschwung. Sie blieb zuletzt nicht

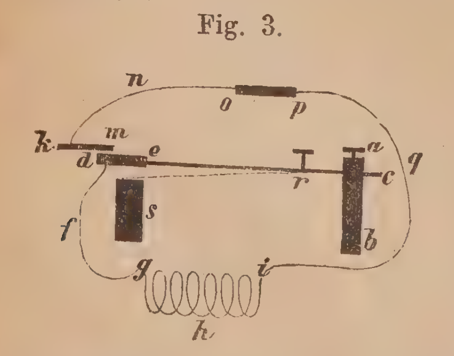
auf $0^0$, sondern auf $+ 4^0$ stehen, weil wahrscheinlich die Stärke der Astasie durch den verhältnissmässig kräftigen Strom geändert worden.

Liess ich hierauf den Magnetelektromotor wie gewöhnlich hämmern, so führten die das Galvanometer durchsetzenden Wechselströme die Nadel bis $+ 92^0$. Hatten ihre grösseren Schwingungen nachgelassen, so hielt sie sich zwischen $+ 62^0$ und $+ 64^0$. Kehrte ich den ersten Stromwender um, so wechselte auch die Richtung des Ausschlages, blieb aber zuletzt wiederum zwischen $64^0$ und $62^0$.

Hatte ich den Strom unterbrochen, die Ruhe der Nadel abgewartet und wiederum geschlossen, nachdem die obere Stellschraube zur Abblendung der Schliessungsströme eingestellt worden, so gab die Nadel einen ersten Ausschlag von $+ 160^0$ und hielt sich später zwischen $+ 88^0$ und $+ 92^0$. Ich öffnete den zweiten Stromwender, liess an dem Hammerwerke Alles in der früheren Ordnung, änderte aber die Drahtverbindungen auf die geschilderte Weise, damit das Hämmern den inducirten Kreis unterbräche und nur Schliessungsströme durch das Galvanometer gingen. Schloss ich jetzt den ersten Stromwender, so gab die Nadel eine erste Ablenkung von $- 150^0$ und spielte zuletzt zwischen $- 88^0$ und $- 92^0$. Kehrte ich den Strom um, oder wechselte die Drähte an der Inductionsrolle, so bewegte sich natürlich die Nadel in der anderen Hälfte der graduirten Scheibe des Galvanometers. Die Grösse der bleibenden Schwankungen blieb aber ungefähr die gleiche.

Ein drittes, wenn man will, noch einfacheres Verfahren beseitigt den mehrfach störenden Zweigstrom. Es beruht darauf, dass man das Hammerwerk als rein mechanisches Mittel und nicht als Nebenschliessung benutzt. Ich bemühte mich dabei, die Anordnung in möglichst einfacher Form herzustellen.

Fig. 3.




Bedeutet wiederum *ab* Fig. 3 den Messingstab, der die Feder *cd* des Magnetelektromotors führt, *r* die Platinspitze, die den Schluss der erregenden Kette vermittelt und *s* die magnetisch werdenden Eisenmassen, die den Anker derselben hinabziehen, so klebe ich mit Wachs und gummirtem Papier ein dünnes und kurzes Holzplättchen *de*, das ich mir aus einem Zündhölzchen geschnitten, so auf den Anker, dass seine

vordere Hälfte über diesen hinausragt. Der eine Drath *f*, der von der Inductionsspirale *ghi* ausgeht, endigt in ein sehr dünnes Kupferdrähtchen, das um den freien Theil des Holzstäbchens *de* in vielfachen dicht an einanderliegenden Windungen vor dem Aufkleben herumgeschlungen und etwas platt gedrückt worden. Man bereitet sich hierdurch eine ausgedehnte Berührungsfläche, die aber durch das etwas hervorragende Holz und das Wachs von dem Metall des Ankers getrennt wird. Ist der Kupferdraht sehr dünn, so beeinträchtigt er das Spiel des Hammerwerkes nicht, wenn man auch nicht seinen freien Theil zu einer lockeren Spirale eingerollt hat. Dickere und daher steifere Drähte machen den Gang des Hammerwerks unregelmässig oder hemmen es sogar gänzlich.

Das zweite Ende *i* der Inductionsrolle entlässt einen Draht *q*, der sich zu dem thierischen Theile oder dem Galvanometer *op* begiebt. Von da geht ein Draht *n* ab, der in ein oben und unten blank geriebenes Kupferplättchen *km* endigt, das in einem Stative befestigt durch eine Schraube höher oder tiefer gestellt werden kann. Berühren einander *km* und *de*, so ist der Inductionskreis *gfdknopqihg* geschlossen. Kein Theil desselben hängt mit dem erregenden Kreise leitend zusammen.

Will man die erregten Schliessungsströme erhalten und die Oeffnungsinductionsströme abblenden, so bringt man das Kupferplättchen oberhalb des Holzstäbchens, wie es die Figur zeigt, so an, dass *km* und der um *d* geschlungene Kupferdraht einander berühren, wenn die Platinspitze *r* die Feder *cd* berührt, also die erregende Kette geschlossen ist. Wird dann der Anker, wie es die punktirte Linie zeigt, durch den Magnetismus von *s* hinabgeführt, so öffnet sich der Inductionskreis zwischen *km* und *de* früher (und zwar zu einer Zeit, wo gar kein Inductionsstrom vorhanden ist), als die Verbindung von *r* und *cd*, wo sich der Oeffnungsinductionsstrom bildet. Der thierische Theil oder das Galvanometer empfängt daher die erregten Schliessungs-, nicht aber die Oeffnungsströme.

Soll die umgekehrte Wirkung erzeugt werden, so bringt man das Kupferplättchen *km* unterhalb des hervorragenden mit dem Kupferdrahte umwundenen Theiles dss Holzstäbchens *de* an und stellt *km* so ein, dass es *de* nicht berührt, wenn die Platinspitze *r* die Feder *cd* berührt, *km* und der freie Theil von *de* aber in wechselseitige Berührung kommen, ehe sich die Verbindung zwischen *r* und *cd* aufhebt, wenn der Anker durch die magnetische Anziehung von *s* hinabgeht.

Der Schluss der Kette findet den Inductionskreis offen. Der letztere schliesst sich zu einer Zeit, wo gar keine Induction auftritt. Die Oeffnung der erregenden Kette bei *r* dagegen findet den Inductionskreis geschlossen, so dass die erregten Ströme hindurchgehen können. Der thierische Theil oder das Galvanometer *op* nehmen daher die Oeffnungs- und nicht die Schliessungsströme auf.

Ich prüfte wiederum die Wirkung dieser Anordnung an demselben Galvanometer und mit den übrigen Nebeneinrichtungen, wie die der früheren Verfahrungsarten. Stand *km* Fig. 3 oberhalb *de*, so dass man nur die Schliessungsströme erhielt, so ging die Nadel zuerst bis — $190^0$ und spielte später zwischen — $88^0$ und — $92^0$, so lange das Hammerwerk arbeitete. Brachte ich hierauf *km* unterhalb *d* an, wartete bis die Nadel auf dem Nullpunkte stand und liess dann die Oeffnungsströme allein durchgehen, so betrug die erste Ablenkung + $170^0$ und die spätere bleibende + $88^0$ bis + $94^0$.

Da der eine Leitungsdraht *q* Fig. 2 mit der Inductionsrolle verbunden bleibt, so könnten unipolare Wirkungen zum Vorschein kommen. Ich habe schon früher bemerkt, dass man sich vor diesen in physiologischen Versuchen zu sehr gefürchtet hat. Wollte man sie aber gänzlich ausschliessen, so brauchte man nur das Holzstückchen und das Kupferplättchen zu verdoppeln und das eine Paar für die Schliessung und die Unterbrechung von *f* und das andere für die von *q* einzurichten.

Fassen wir Alles zusammen, so reichen drei Klemmenschrauben, eine an dem Messingtheile, der die Platinspitze führt, eine an der Uebergangsstelle des erregenden Drahtes von der Umwicklung der Eisenkerne zu der inducirenden Spirale und eine isolirte, die ein Messingstück mit einer Stellschraube führt, hin, um einen gewöhnlichen Magnetelektromotor in den Stand zu setzen, möglichst wenig verschiedene Schliessungs- und Oeffnungsströme oder jene allein oder diese allein zu liefern. Will man auf die Möglichkeit der ersten Wirkungsweise verzichten, so genügt der passende Gebrauch eines Stückchens eines Zündhölzchens, eines dünnen Kupferdrahtes und eines Kupferplättchens.

Ich möchte noch einen Punkt hervorheben, der, nach früheren Aeusserungen einzelner Schriftsteller zu schliessen, irrthümliche Deutungen veranlassen könnte. Führt man die starken Schläge des Magnetelektromotors durch den Hüftnerven eines kurz vorher enthaupteten Frosches und lässt die

Muskelcurven von dem Wadenmuskel aufschreiben, so bekommt man häufig keine grösseren Hubhöhen, man mag die Wechselströme oder nur eine Art der erregten Ströme ananwenden. Diese Erscheinung rührt davon her, dass schon die Stärke des seiner Abgleichung und seiner Richtung nach am wenigsten eingreifenden Stromes die grösstmögliche oder eine nicht sehr von ihr entfernte Zusammenziehung erzeugt. Schwächt man hingegen den Strom bedeutend ab, dann fällt die grösste Höhe der Tetanisationscurve für die einzig durchtretenden Oeffnungs- und nächstdem für die in derselben Richtung ausschliesslich gebrauchten Schliessungsströme bedeutender, als für die Wechselströme aus. Es gelingt auch häufig, den Unterschied unmittelbar nachzuweisen. Ich steche z. B. die zwei Leitungsnadeln des Inductionskreises in den Oberschenkel dem Verlaufe des Hüftnerven entsprechend und in einer gegenseitigen Entfernung von einigen Millimetern ein. Lasse ich die Wechselströme durchgehen, so verfallen die benachbarten Oberschenkelmuskeln in Wechselkrämpfe. Führe ich jetzt nur eine der beiden Arten von Strömen durch, so erzeugt sich ein anhaltender Starrkrampf, der sichtlich nachdrücklicher wirkt, indem er den früher ruhenden Unterschenkel in Bewegung setzt, besonders wenn man ihn während des ganzen Doppelversuches frei schweben liess.

Bringt man statt des Holzstäbchens einen Strohhalm, der ein Haar trägt, an dem Anker an, so kann dieses die Zahl der Auf- und Niedergänge an einem sich drehenden berussten Cylinders aufzeichnen. Diese Linien lassen sich zur Noth zu nicht sehr genauen Zeitmessungen eben so benutzen, wie die der schwingenden Stimmgabel bei einem akustischen Chronographen.

Ich habe schon an einem andern Orte (Die physikalische Untersuchung der Gewebe. S. 483 und 507) erläutert, wesshalb der Quecksilberschluss von freier Hand, wie man ihn bei dem Pohl'schen Stromwender hat und alle Schlüssel mit irgend ausgedehnten Gleitflächen für vergleichende physiologische Versuche nicht zu gebrauchen sind, weil man nicht die hier so einflussreiche Uebereinstimmung der Abgleichungszeiten auch bei grösster Aufmerksamkeit herstellen kann. Man führt den Uebelstand auf seinen möglichst kleinsten Werth zurück, wenn man eine punktförmige Berührung erzeugt. Der hierdurch bedingte grössere Leitungswiderstand kommt nicht in Betracht, da sich feuchte thierische Theile in dem Kreise befinden. Ich habe desshalb schon früher (a. a. O. S. 484) einen Schliesser und zwei Stromwender (a. a. O. S. 579)

mit Punkberührung angegeben, die sich auch bei dem Gebrauche bewährten. Wie dieses häufig geht, kam ich auf die einfachste Anordnung zuletzt. Ich werde diese hier, wie sie sich auch bei den Versuchen als zweckmässig erwiesen, ergänzungsweise beschreiben.

Ein viereckiges Holzstück trägt sechs zur Aufnahme von Leitungsdrähten bestimmte Klemmen, zwei vordere oder gegen den Beobachter gekehrte, die wir die Batterieklemmen nennen wollen, zwei seitliche von denen je eine möglichst weit nach aussen in der Mitte der Länge des Brettes steht und welche die Ableitungsklemmen heissen mögen und zwei den Batterieklemmen gegenüberstehende hintere, welche die Stromwechselklemmen bilden, da ein übersponnener Leitungsdraht von der rechten Batterieklemme zur linken Stromwechselklemme und ein anderer von der linken Batterieklemme zu der rechten Stromwechselklemme geht. Eine metallische, in der Mitte durch ein würfelförmiges Elfenbeinstück unterbrochene Achse hat ihre beiden Lager in den zwei Ableitungsklemmen. Sie trägt zwei metallische Längsstücke, von denen jedes zwei Stellschrauben mit Spitzen enthält. Die vordere Spitze der rechten Schraube kann bei dem Niedergange ein federndes Metallblatt berühren, das mit der rechten Batterieklemme, und die hintere ein anderes, das mit der rechten Stromwenderklemme verbunden ist. Dasselbe wiederholt sich auf der linken Seite. Ein mit einem Elfenbeinhalter versehener Eisenstab, der von dem Elfenbeinwürfel der zwischen den Batterieklemmen befindlichen Achse ausgeht, vermittelt die Drehung derselben. Er gleitet an einer senkrechten Messingplatte, die zwei Einschnitte und eine zwischen ihnen befindlichen Erhabenheit besitzt.

Man verbindet die Leitungsdrähte der Batterie oder desjenigen elektromotorischen Theiles, der sie ersetzt, mit den beiden Batterieklemmen und führt Ableitungsdrähte zu den Ableitungsklemmen. Steht der Eisenstab, der über die erwähnte Achsendrehung gebietet, an der Erhabenheit, so ist der Kreis der Kette offen. Führt man ihn in die untere Vertiefung, so berühren die Spitzen der beiden Stellschrauben die federnden Messingblätter der Ableitungsklemmen. Der Kreis schliesst sich und der Strom geht in einer bestimmten Richtung durch. Dieser kehrt sich um, so wie man den Eisenstab in die obere Vertiefung bringt, weil jetzt die Spitzen der beiden andern Stellschrauben die von den Stromwenderplatten ausgehenden federnden Messingblätter berühren. Der Schluss und die Unterbrechung des Kreises erfolgen aber

augenblicklich. Man braucht nur je zwei Muskelcurven, die man durch hinreichend schwache aufeinanderfolgende Nervenreizungen mit einem solchen punktförmigen Stromwender, der natürlich auch als blosser Schlüssel dienen kann, und einem solchen mit ausgedehnter Berührungsfläche oder mit Quecksilberschluss von freier Hand erhält, zu vergleichen, um sich den oft bedeutenden Unterschied der Wirkung klar zu machen.

Da die Stromwenderklemmen ebenfalls Drähte aufnehmen können, so lässt sich die Vorrichtung vielseitiger gebrauchen. Man kann z. B. gleichzeitig denselben Strom in einer Richtung durch einen ersten und in einer entgegengesetzten durch einen zweiten thierischen Theil leiten und so den Einfluss eines jeden von ihnen auf die Wirkung der beiden Lendengeflechte oder Hüftnerven anschaulich machen, vorausgesetzt, dass die Widerstände in den beiden Schliessungsbogen nahezu die gleichen sind. Die zwei Leitungsdrähte, welche von dem ersten thierischen Theile ausgehen, kommen dann in die beiden Batterie-, die beiden des zweiten in die Stromwender- und die Elektroden der erregenden Kette in die Ableitungsklemmen.

---

# Studien und Kritiken über Muskeln und Gelenke.

Von

Professor **W. Henke** in Rostock.

---

## I. Flexions- und Rotationsmuskeln.

Man unterscheidet gewöhnlich zwei Arten von Gelenken mit einfacher Drehungsachse: 1) Winkelgelenke, Flexionsgelenke oder Charniere im engeren Sinne, d. h. Gelenke, deren Achsen etwa senkrecht zur Länge der durch sie verbundenen Knochen liegen, in denen also die gegenseitige Stellung der letzteren im Sinne von Beugung oder Streckung wechselt; 2) Rotationsgelenke, deren Achse der Länge der Knochen entlang läuft, in denen diese also mehr nur um sich selbst rotirt werden. Ich habe in meiner Behandlung der Gelenkmechanismen diese Unterscheidung ganz fallen lassen, weil ja in der That die Einrichtung der Gelenke in beiden Fällen im Grunde dieselbe ist und die Unterscheidung derselben sich ausserdem gar nicht überall streng durchführen lässt, sondern Uebergänge vorkommen. Wenn ich nun aber auf eine Zergliederung der Anordnung der Muskeln im Anschlusse an die Gelenke näher eingehe, so muss ich jene beiden Typen wieder auseinanderhalten. Denn die meisten Muskeln nehmen, weil sie im Allgemeinen den Knochen entlang verlaufen, in beiden Fällen eine verschiedene Lage zu den Achsen oder, was dasselbe ist, zu den Bewegungsebenen der Gelenke an. Bei den Flexionsgelenken fallen ihre Zugrichtungen mehr oder weniger in die Bewegungsebene, bei den Rotationsgelenken nähern sie sich einer der Achse derselben parallelen Anordnung. Daraus ergeben sich zweierlei Schemata ihrer Wirkungsmomente. Auf die Flexionsmuskeln allein passt die

gangbare Ableitung der Wirkung der Muskeln auf die Gelenke aus dem elementaren Hebelgesetz (vgl. Meyer, Anatomie und Ludwig, Physiologie), auf welche auch ich mich beschränkt habe, als ich dies Thema in der Einleitung meines Buches über die Gelenke berührte. Eine analoge Behandlung der Rotationsmuskeln existirt noch nicht. Ich will jene hier kurz wiederholen, um diese dann daneben zu stellen.

Die Wirkung eines Muskelzuges auf die Drehung eines Gelenks ergiebt sich aus der Grösse des Hebelarms, an dem er wirkt, d. h. der Entfernung der Ansatzpunktes, an dem der Muskel angreift, vom Drehpunkte oder der Achse des Gelenks, und aus der Componente seines Zugs, welche nach der einen oder andern Seite in die Tangente des Bogens fällt, den dieser Punkt bei der Bewegung des Gelenkes beschreiben kann. Wenn die Richtung eines Zuges in die Ebene der Bewegungsbahn des Gelenks, auf welcher dessen Achse senkrecht steht, fällt, so wird die Grösse jener Componente gefunden, indem man die der ganzen Kraft durch die eines Stückes der Linie ausdrückt, in welcher der Zug von dem Angriffspunkte aus wirkt und von dem andern Ende dieses Stückes ein Perpendikel auf jene Tangente fällt, indem das Stück, welches dadurch von letzterer abgeschnitten wird, die Grösse jener Componente ausdrückt. Dies ist auch gleich einem Perpendikel von jenem Ende der Linie, welche die ganze Kraft ausdrückt, auf den Hebelarm. Auch dies Perpendikel kann man also in diesem Falle einfach als Ausdruck für jene Componente brauchen, während die Ableitung aus einem von der Tangente abgeschnittenen Stücke, wie wir sehen werden, auch in dem andern (und in jedem Falle allgemein) gültig wiederkehrt [1]). Die andere Componente, welche übrig bleibt, wirkt in der Richtung des Hebelarms, also gegen die Achse des Gelenkes hin drückend, oder von ihr wegziehend, also, so lange das Gelenk ihr widerstehen kann, gar nicht bewegend; ihre Grösse wird ausgedrückt durch die des Stückes vom Hebelarm, welches durch jenes zuletzt genannte Perpendikel abgeschnitten wird, und dieses Stück ist

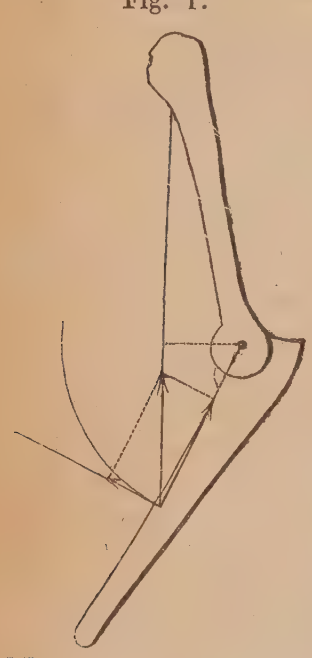
---

[1]) Trigonometrisch ausgedrückt heisst dies bekanntlich: um das Drehungsmoment zu finden, muss das Product von Kraft und Hebelarm multiplicirt werden mit dem Cosinus des Winkels, welche die Richtung der Kraft mit der Tangente des Kreises, in dem sich der Angriffspunkt vermöge der Einrichtung des Gelenks bewegen kann, oder mit dem Sinus des Winkels, welchen sie mit dem Hebelarme macht; und zwar ist hier wiederum der letztere Ausdruck der, welcher nur auf den vorliegenden Fall, der erstere dagegen der, welcher ebensogut auch allgemeiner passt.

wieder gleich jenem erstgenannten Perpendikel vom Ende der ganzen Kraft auf die Tangente der Bahn.

Wenn es uns auf die letztere Componente, die, welche also zu der Bewegung, der eigentlichen Muskelwirkung nichts beiträgt, zunächst auch nicht ankommt, so können wir bekanntlich die ganze Zerlegung der Kraft nach dem Gesetze des Parallelogramms der Kräfte sparen und die ganze Grösse des Muskelzugs als zur Drehung wirksam denken, wenn wir dieselbe an einen anderen Angriffspunkt oder Hebelarm, den sogenannten idealen Hebelarm, d. h. an das Ende eines Perpendikels vom Drehpunkt, von der Achse des Gelenks auf die Richtung des Zugs verlegen und dies Perpendikel als Hebelarm ansehen [1]). Dieser vereinfachte Ausdruck für die Einwirkung eines Zuges auf die Drehung eines Gelenkes, oder in unserem Falle für das, was wir kurz die Wirkung eines Muskels nennen, ist gerade für unseren Zweck sehr bequem, weil wir danach zu ihrer Feststellung auch der Grösse nach ausser der Kraft des Muskels nur noch die Länge einer einzigen Linie, eben jenes idealen Hebelarmes zu kennen brauchen, einer Linie, die sich meist im einzelnen Falle sehr einfach anatomisch auffinden lässt, als kürzester Abstand des Muskels oder seiner Sehne von der Achse des Gelenks. So haben wir denn z. B. in der von mir veranlassten Arbeit von Knorz über die absolute Muskelkraft (diese Zeitschr. 3. Reihe. Bd. XXIV.) auf diesem Wege sehr einfach die Bedingungen für die Wirkung der Muskeln aus ihrer in Projectionen der Präparate messbaren Lage zu den Gelenken ableiten können. Denn es handelte sich um lauter Flexionsmuskeln.


Fig. 1.



Um zu einem ähnlich einfachen Schema für die Wirkung der Rotationsmuskeln zu gelangen, denken wir uns dieselben, wie dies in den meisten Fällen sehr annähernd zutrifft (z. B. beim Supinator brevis oder Sternocleidomastoideus), in Spiraltouren, wie man gewöhnlich sagt, genauer ausgedrückt: in Schraubenwindungen um die etwa cylindrische Oberfläche des Körperabschnittes herumgelegt, in welchem die Achse des be-

[1]) Trigonometrisch kommt so ganz derselbe Ausdruck heraus wie zuvor.

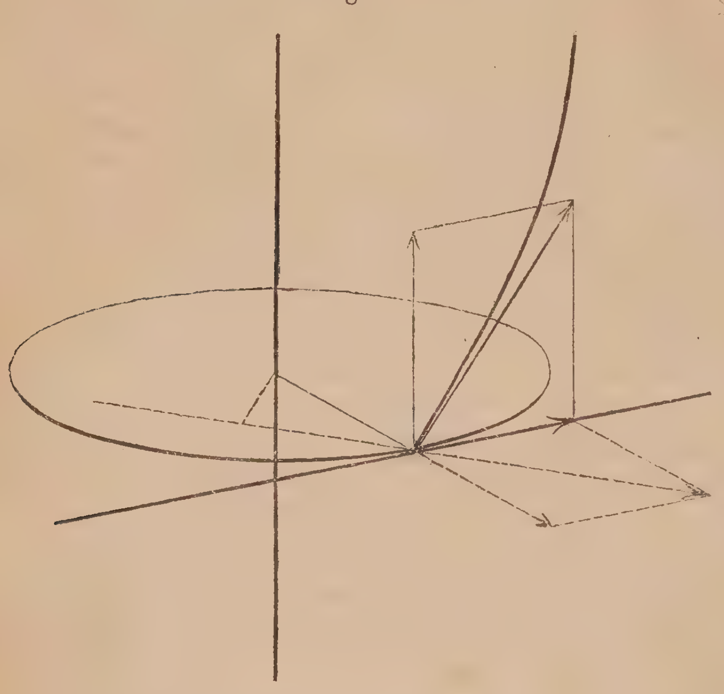
treffenden Gelenkes (für jene beiden Beispiele die im Radius und im Epistropheus) der Länge nach liegt. In der Richtung jener Schraubentouren, oder ihrer Tangenten ziehen sie an ihren Angriffspunkten, und die Einwirkung dieses Zuges auf die Drehung derselben um jene Achsen hängt auch hier ab von den Hebelarmen, oder den Entfernungen der Angriffspunkte von den Achsen und von der Grösse der Componenten des Zuges, welche in die Tangenten der Kreise fallen, auf welchen sich die Angriffspunkte bei der Drehung um die Achsen bewegen können. Was nun zuerst den Hebelarm betrifft, so ergiebt sich derselbe auch hier wie bei den Flexionsmuskeln aus der Ansicht des Durchschnittes nach der Ebene der Drehung des Angriffspunktes, welche zu der Drehungsachse senkrecht ist, oder einer Projection der Lage der Theile auf eine solche Ebene. Denn in dieser erkennt man den Abstand des Angriffspunktes von der Achse und dies ist der Hebelarm. Projicirt man auch die Zugrichtung des Muskels in diese Ebene, so scheint nach dem obigen Flexionsschema, ihr Verhältniss zum Hebelarm das möglichst günstige zu sein. Die Schraubentour erscheint nun als mit dem Kreise, in dem der Angriffspunkt sich bewegen kann, zusammenfallend, ebenso die Tangenten beider, auf die es zunächst ankommt. Demnach wäre der reale Hebelarm hier zugleich der ideale, weil er mit der Richtung der Kraft einen rechten Winkel macht, der kürzeste Abstand derselben von der Achse des Gelenkes ist. Und dies ist auch nicht nur in jener Projection wirklich der Fall. Daher macht denn auch z. B. bei Henle (Muskellehre S. 211. Fig. 107) der Horizontalschnitt des M. supinator brevis den Eindruck eines sehr günstigen Angreifens an einem freilich kleinen Hebelarme.

Offenbar können wir uns nun aber doch keineswegs die ganze Kraft des Muskelzuges an diesem Hebelarme angreifend als Ausdruck seiner drehenden Wirkung auf das Gelenk denken. Denn wenn seine Richtung auch mit diesem Hebelarm keinen schiefen Winkel macht, so fällt sie doch nicht mit der Tangente des Kreises, welchen der Angriffspunkt beschreiben kann, zusammen, und nur die Componente von ihr, welche dies thut, wirkt auf die Drehung. Diese finden wir nun, wenn wir wieder die Grösse der Kraft durch die Länge eines Stückes der Linie ihrer Richtung ausdrücken, durch Zerlegung mittelst eines Parallelogrammes, dessen Ebene der Achse der Bewegung parallel ist, indem wir von dem Endpunkte jener Linie ein Perpendikel auf die Tangente der Bewegungsbahn fällen und damit das Stück von ihr abschneiden,

welches durch seine Grösse die der drehenden Componente ausdrückt. Ebenso gross ist auch das Perpendikel von demselben Ausgangspunkte auf die der Achse parallele Linie durch den Angriffspunkt[1]). Von ihr wird durch letzteres Perpendikel ein Stück, gleich gross wie jenes erste Perpendikel, abgeschnitten, welches nach Richtung und Grösse die übrig bleibende Componente der Kraft ausdrückt. Diese



Fig. 2.

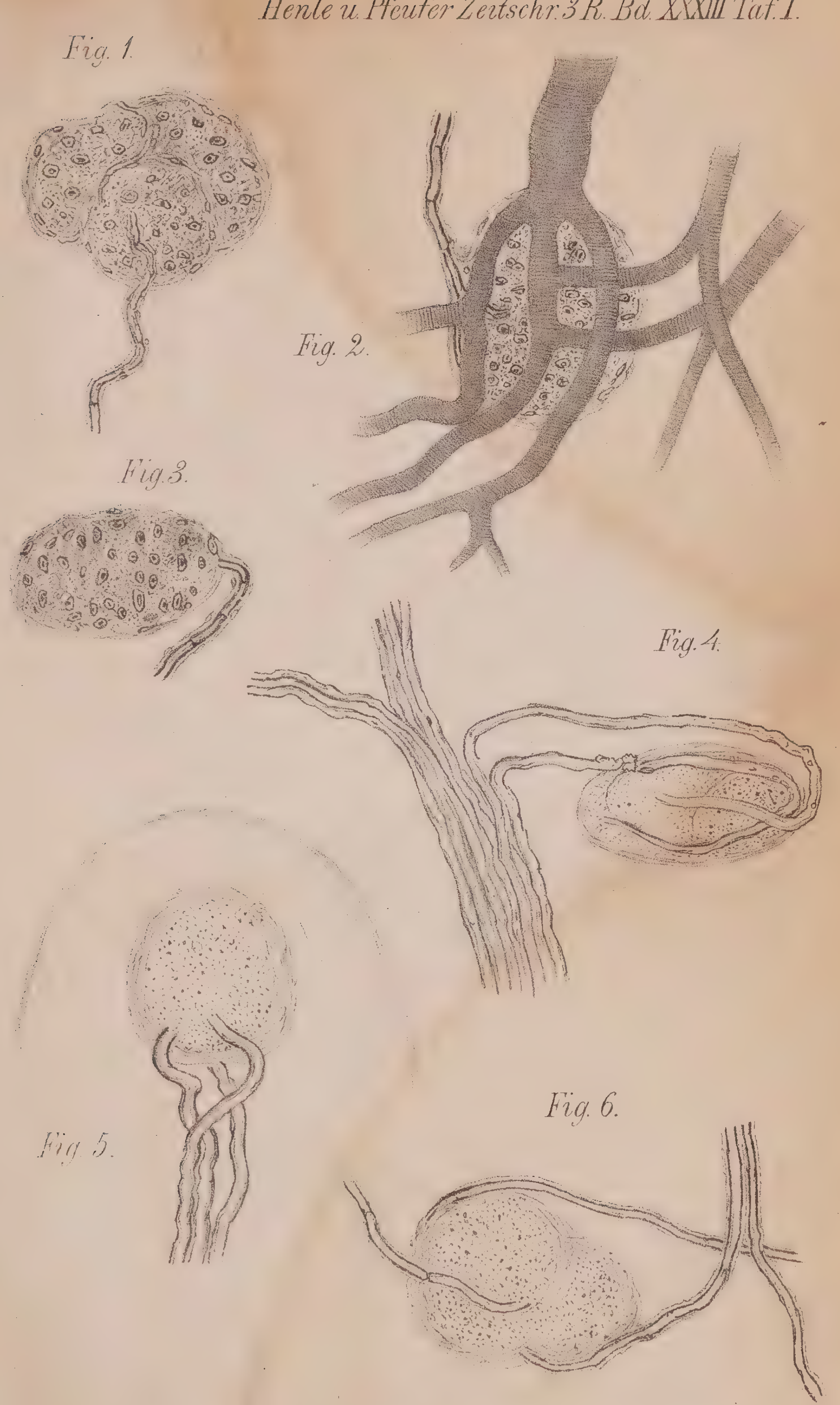


wirkt nun also hier nicht gegen die Achse hin drückend oder von ihr wegziehend, sondern an ihr vorbei schiebend, was aber ebenfalls, die Festigkeit des Gelenkes als widerstandsfähig vorausgesetzt, keinen Erfolg hat, also zur normalen bewegenden Wirkung des Muskels nichts beiträgt.

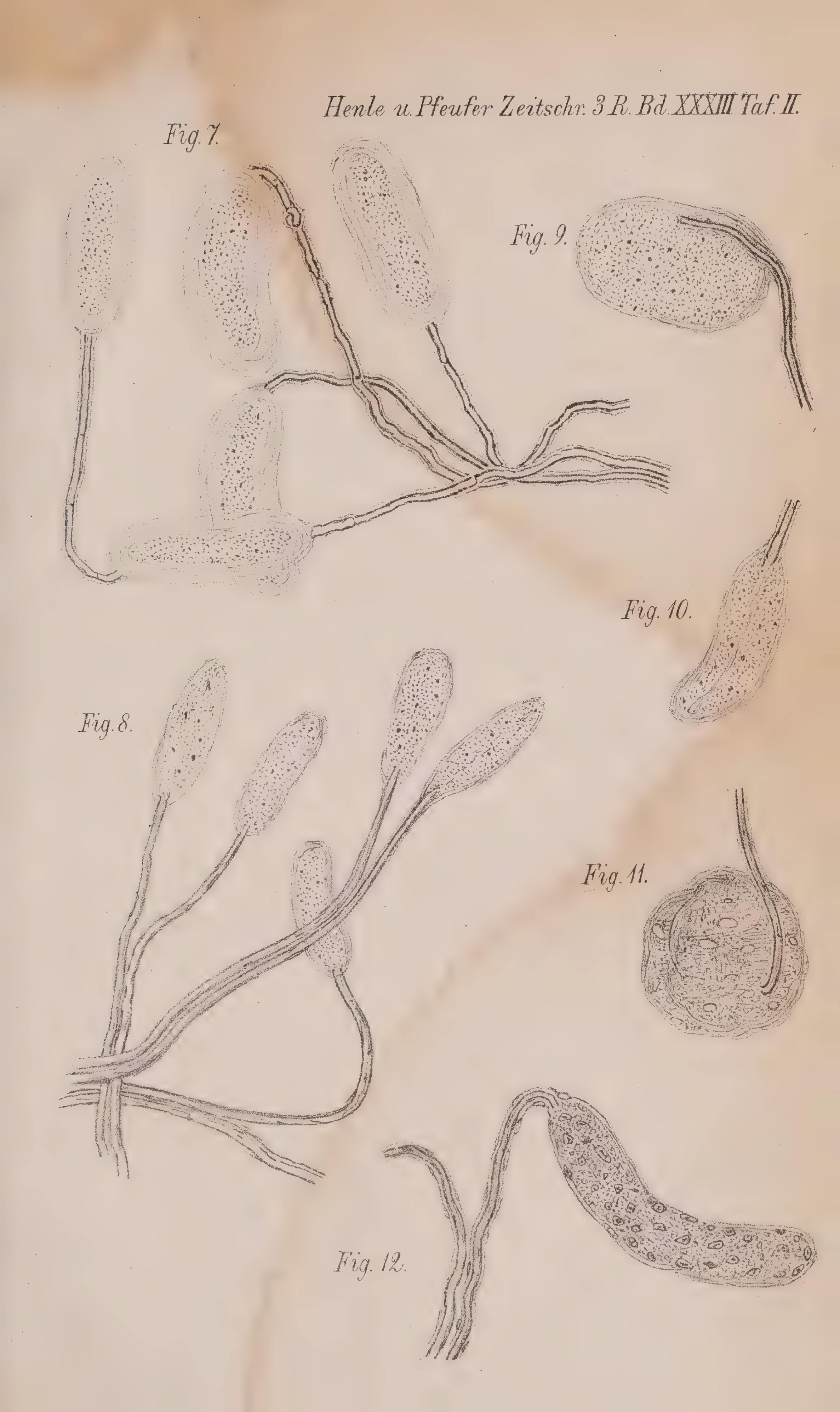
Wenn es uns nun wiederum häufig nur auf diese bewegende Componente mit Vernachlässigung der andern ankommt, so wäre es auch wiederum ganz bequem, für ihre Wirkung an dem ganzen Hebelarm einen ähnlichen einfacheren Ausdruck zu haben, wie wir ihn in dem Flexionsschema durch die Substitution des sogenannten idealen Hebelarms erhielten und

---

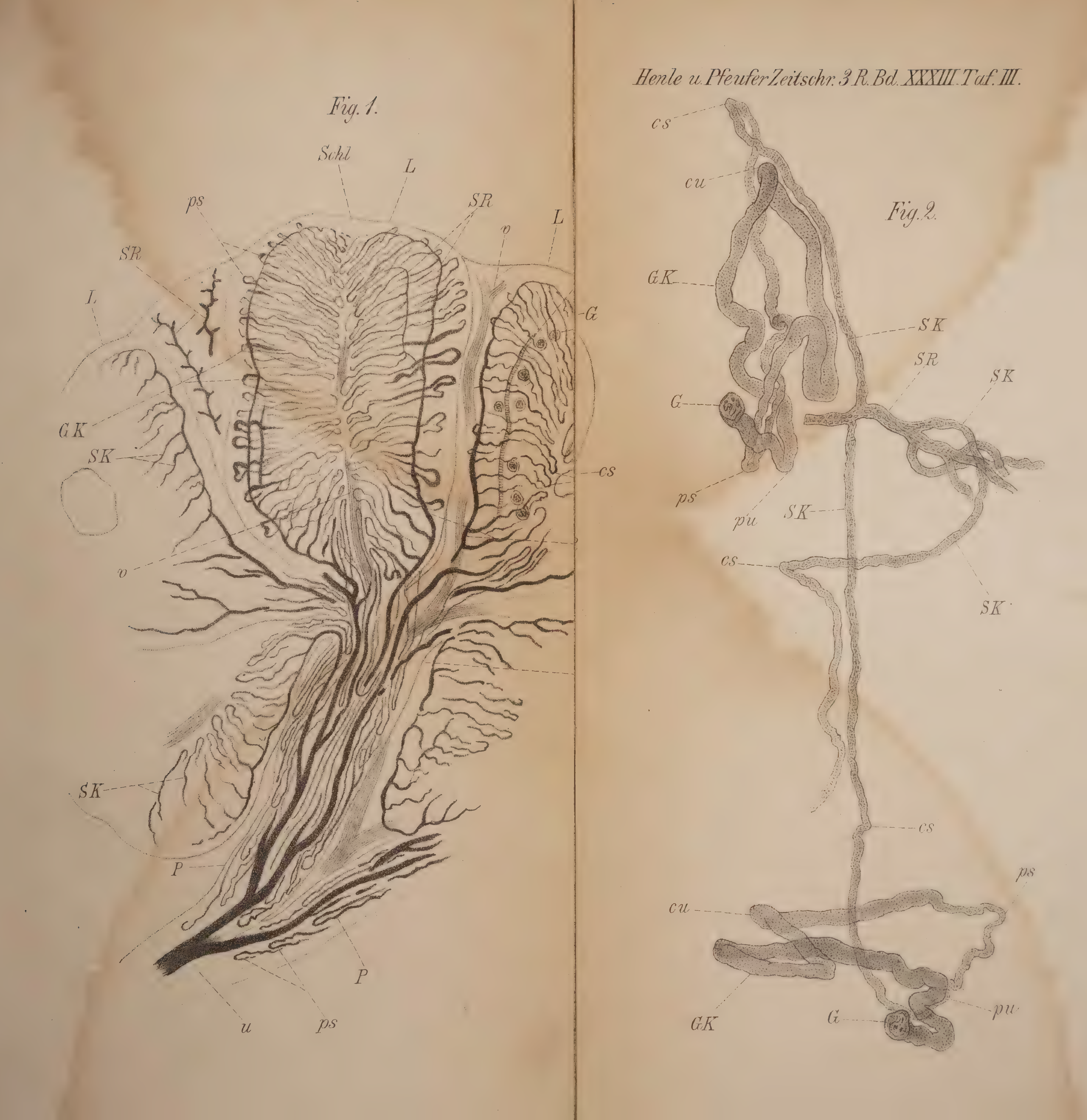
[1]) Also trigonometrisch: das Moment ist wieder gleich dem Product von Kraft und Hebelarm multiplicirt mit dem Cosinus des Winkels, den erstere mit der Tangente der Bewegungsbahn des Angriffspunktes macht, oder mit dem Sinus nun nicht wieder des Winkels, den sie mit dem Hebelarm, sondern den sie mit einer durch den Angriffspunkt parallel zur Achse der Bewegung gezogenen Linie macht.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.



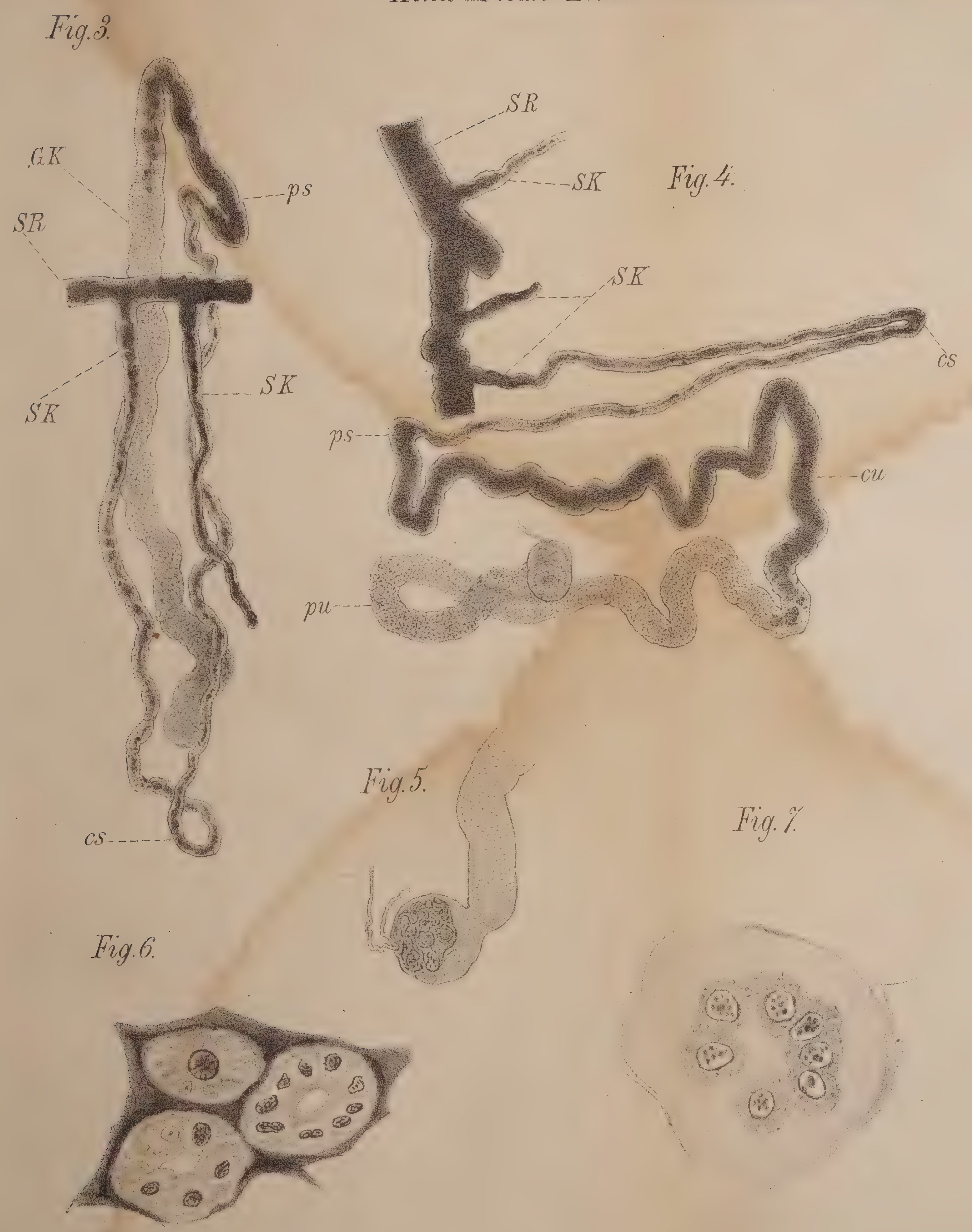

Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 8.
Fig. 11.
Fig. 12.





Henle u. Pfeufer Zeitschr. 3 R. Bd. XXXIII. Taf. III.
Fig. 1.
Schl
L
ps
SR
SR
v
L
G
L
GK
SK
cs
v
SK
P
P
u
ps
Fig. 2.
cs
cu
GK
SK
SR
SK
G
ps
pu
SK
cs
SK
cs
ps
cu
GK
G
pu




Fig. 3.
GK
ps
SR
SK
SK
cs
Fig. 4.
SR
SK
SK
cs
ps
cu
pu
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.



a
b
c
a

Fig. 1.

a b

Fig. 3.

c
d

Fig. 5.

a . b c

Fig. 2.

a
b

Fig. 4.

Fig. 6.



Fig. 10.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 11.



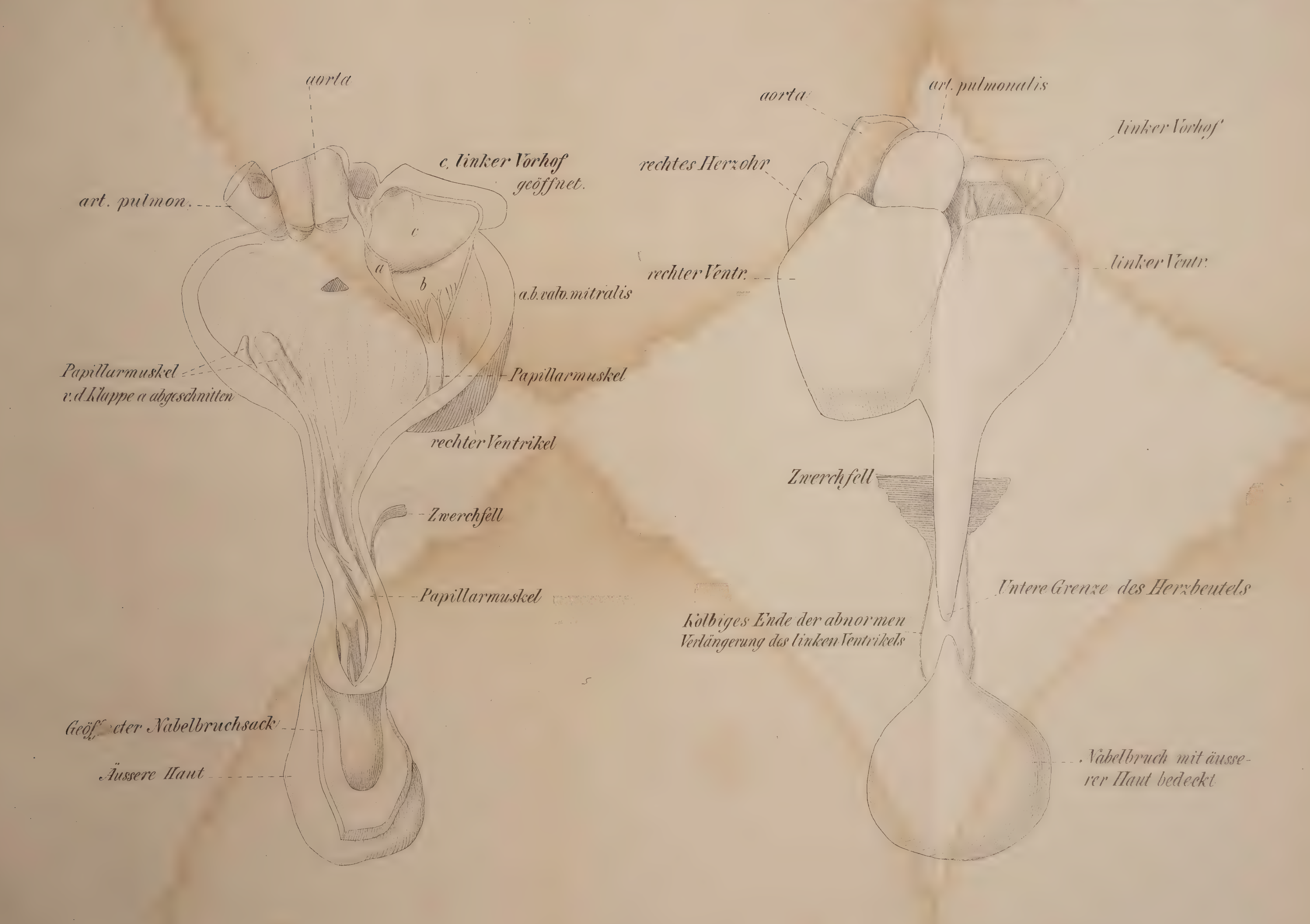
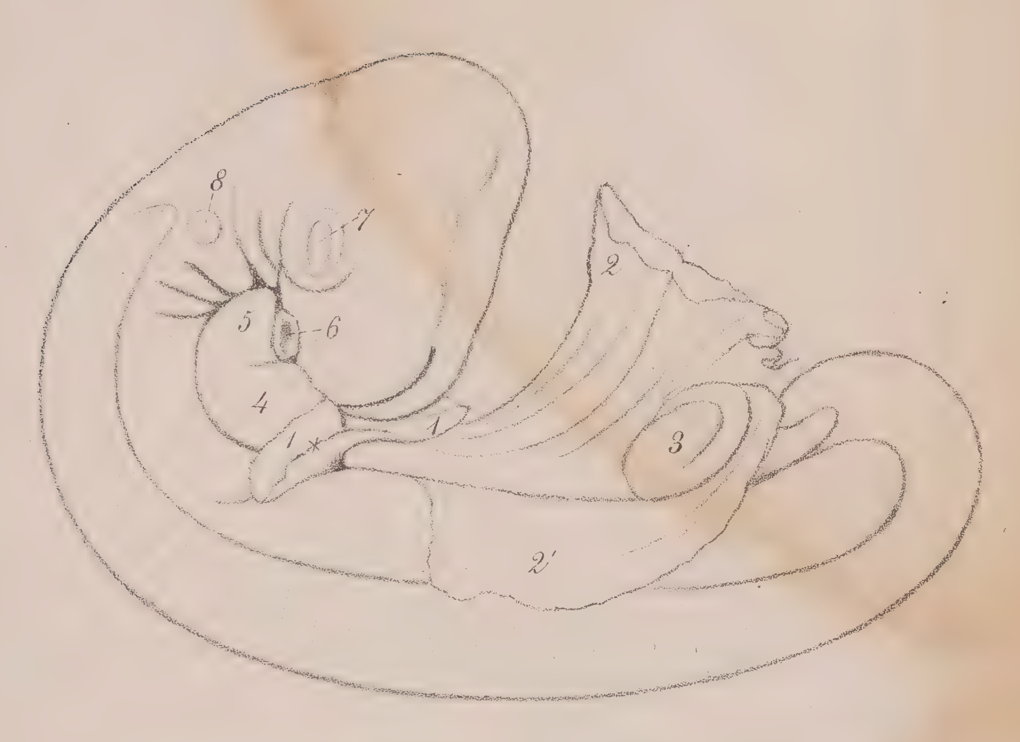


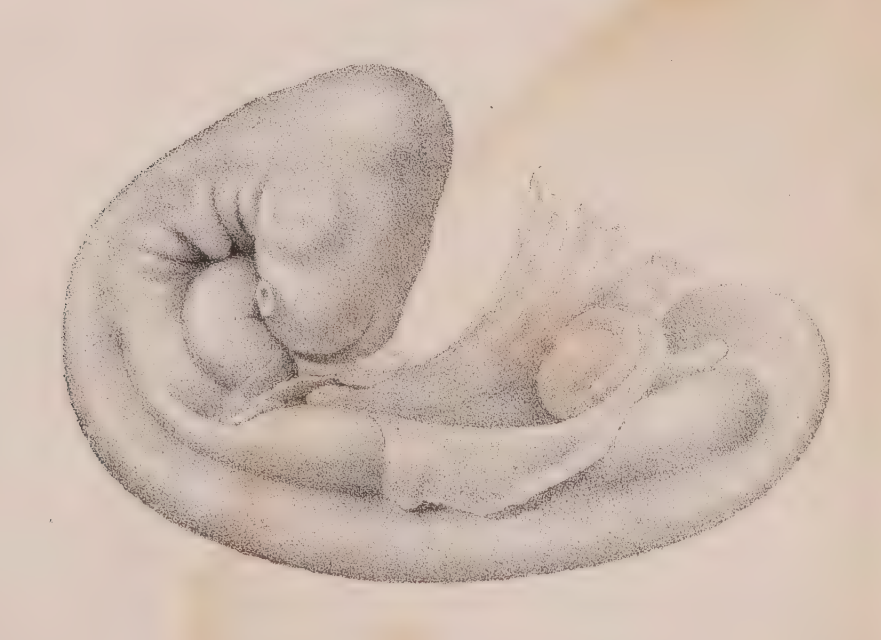

Fig. 2. Der linke Ventrikel, geöffnet auf der linken Seite.

Fig. 1. Das Herz, von vorn gesehen.






1,1 Amnion, × Falte desselben. 2 Dottersack. 2' Fortsetzung der Bauchwand in das Amnion. 3 Allantois. 4 Herzventrikel. 5 Bulbus arteriosus. 6 Nasenöffnung. 7 Auge. 8 Gehörbläschen.





# Inhalt.

Seite



---

durch welchen es unnöthig wurde, den Begriff einer Zerlegung der Kraft überhaupt anzuwenden. Ein solcher lässt sich ebenso auch hier sehr leicht einführen. Zwar dass ein anderer kürzerer Abstand der Zugrichtung des Muskels von der Achse des Gelenks als der reale Hebelarm hier nicht existirt, haben wir bereits gesehen. Wir können aber deren Lage zu einander ganz dem Flexionsschema gleichmachen ohne die Bedingungen der drehenden Wirkung zu verändern. Wenn wir nämlich das Parallelogramm so lange um die Tangente zu der Kreisbahn, die der Angriffspunkt beschreiben kann, drehen, bis sie in die Ebene der letzteren fällt (in der Figur punctirt), so macht dann natürlich die Diagonale oder die Zugrichtung noch denselben Winkel mit der Tangente, giebt also auch noch dieselbe Componente in deren Richtung wie zuvor. Die zuvor der Achse des Gelenks parallele Seite des Parallelogramms aber, in welche zuvor die andere Componente fiel, fällt nun mit dem Hebelarm oder dessen Verlängerung zusammen, und dieser macht also nun denselben Winkel wie sie mit der Zugrichtung oder deren Verlängerung, und nicht mehr einen rechten. Dagegen lässt sich nun auf letztere von der Achse des Gelenks ein anderes kürzeres Perpendikel fällen, welches wir nun in einem etwas erweiterten Sinne wieder den idealen Hebelarm auch für diesen Fall nennen wollen. Denn es hat auch hier ganz dieselbe Bedeutung, wie wenn die Lagerung von vorn herein die gleiche, wie in dem Flexionsschema, die wir hier künstlich hergestellt haben, gewesen wäre. Wir können uns auch hier an diesem kürzeren Hebelarme die ganze Kraft des Muskelzugs wirksam und damit ihren drehenden Einfluss bestimmt denken.

Dies ist nicht etwa nur eine müssige Spielerei zur Herstellung einer grösseren Analogie beider Schemata in der Theorie, sondern wieder ein sehr bequemes Mittel um einen einfachen Ausdruck für die Muskelwirkung aus den anatomischen Daten leicht ableiten zu können. Wir brauchen uns nur einen Durchschnitt senkrecht zur Achse und eine Projection der Zugrichtung auf eine ihr und zugleich der Achse des Gelenks parallele Ebene in natürlicher Grösse auf durchsichtigem Papier anzufertigen und beide Bilder so aufeinanderzulegen, dass die Tangente zur Bewegungsbahn des Angriffspunktes in beiden zusammenfällt und wir haben jene Drehung der Zugrichtung um diese Tangente ausgeführt und können nun den kürzesten Abstand der Zugrichtung (in der Projection) von der Gelenkachse (im Durchschnitte) nach dieser Drehung, den wir als idealen Hebelarm betrachten, direct messen.

Derselbe wird durchschnittlich noch bedeutend kleiner ausfallen als der ideale Hebelarm bei Flexionsmuskeln, da schon der reale hier meist nicht gross und der Winkel, den die Windung der Rotationsmuskeln um die Achse mit letzterer parallelen Linien macht, meist ein recht spitzer ist. Die Wirkung wird also eine schwache in dem statischen Sinne der Leistung eines Widerstands, aber eine solche, die mit kleiner Verkürzung der Muskeln einen grossen Winkelausschlag der Drehung geben könnte. Dieser Gegensatz der Rotations- gegen die Flexionsmuskeln wird ausgeglichen dadurch, dass die Kräfte, zu deren Ueberwindung die Muskelwirkungen gebraucht werden, bei den Rotationen auch meist kleinere Hebelarme haben als bei den Flexionen. Ein weiterer Unterschied tritt hervor, wenn wir die Aenderung der bewegenden Componenten, oder der idealen Hebelarme ins Auge fassen, welche mit der Bewegung des Gelenks eintreten. Bei den Flexionsmuskeln ist der Winkel, den ihre Zugrichtungen mit den Hebelarmen machen, meist ein spitzer und nähert sich also mit der Verkürzung und der sie begleitenden Drehung, da er hierbei stets grösser wird, einem rechten; der ideale Hebelarm wird grösser. Also nimmt bei den Flexionsmuskeln die Günstigkeit der statischen Verhältnisse für ihre Wirkung mit dem Eintritte der Bewegung, welche sie begünstigen, mit ihrer Verkürzung meist zu, z. B. beim Biceps wenigstens bis zu etwas mehr als rechtwinkliger Beugung des Ellbogens, da dann sein ganzer realer Hebelarm zum idealen wird, bei den Kaumuskeln bis zum vollen Zusammenschluss der Kiefer. Bei den Rotationsmuskeln dagegen wird, wenn die Drehung im Sinne ihrer Wirkung eintritt, der Winkel, den ihr Zug mit einer der Achse parallelen Linie bildet immer spitzer, ihre in die Tangente der Drehungsbahn fallende Componente oder ihr idealer Hebelarm in unserem obigen Sinne immer kleiner, zuletzt oft ganz verschwindend. Ihre Wirkung wird also, je näher dem Ziele der Bewegung, welche sie begünstigt, immer schwächer und hört bei vielen mit Errreichung desselben ganz auf, ist nur von dem entgegengesetzten Extreme aus etwas ansehnlicher, da in dieser Lage die Muskeln am meisten um die Achse aufgewunden sind, z. B. bei allen Supinatoren, namentlich Supinator longus und brevis gleich sehr, ist die Windung um den Radius herum in der Pronation beträchtlich, in voller Supination vollkommen aufgehoben (ausgenommen den Biceps bei gleichzeitiger Beugung), ebenso beim Sternocleidomastoideus beträchtlich bei Drehung des Gesichts nach der Seite, auf welcher er liegt, während er die entgegen-

gesetzte bewirkt und bei dieser schliesslich sein vorderer starker Rand gerade senkrecht, also parallel der Drehungsachse zu liegen kommt.

Wegen der näheren Begründung dieser und anderer Beispiele, belegt mit Abbildungen verweise ich auf meine demnächst erscheinende zusammenhängende Darstellung der Wirkung aller Skeletmuskeln. Ebenso wegen der Art des Einflusses anderer benachbarter Bewegungen auf die Rotationsmuskel als solche, z. B. am Kniegelenke.

Kommen wir nun nochmals auf die zuvor eliminirte Componente des Zuges der Muskeln zurück, welche bei ihrer Wirkung im engeren Sinne, ihrem Einflusse auf die Drehung der Gelenke unbetheiligt ist, so haben wir gesehen, dass sie bei Flexions- und Rotationsmuskeln sich verschieden zur Achse der Gelenke verhält, indem bei jenen ihre Richtung dieselbe schneidet, bei diesen ihr parallel läuft. Ihre physiologische Bedeutung ist dem ungeachtet in beiden Fällen meist die gleiche, nämlich, dass sie die Knochen in den Gelenken fest aneinander halten hilft. Denn darin unterscheidet sich ja bei Flexions- und Rotationsgelenken auch das Verhalten der Knochen zu einander, dass bei ersteren die Achse ganz im einen liegt und also der andere an ihn in der Richtung gegen dieselbe anzudrücken ist, bei letzteren die Achse vom einen in den anderen übergeht, sie also entlang derselben gegeneinander zu halten sind, so z. B. der Radius gegen den Humerus angedrückt wird gegen die Achse der Flexion, aber entlang der Achse der Rotation.

Wer Neigung hat, diese Betrachtungen theoretisch noch etwas weiter fortzusetzen, sieht leicht, dass beide Schemata, die wir einander entgegengestellt haben, nur einfachere specielle Fälle eines allgemeineren sind, in welchem die Zugrichtung weder in eine zur Achse senkrechte noch in eine ihr parallele Ebene fällt. Dann ergiebt ihre doppelte Zerlegung durch ein Parallelepipedon der Kräfte ausser der drehenden, sowohl eine gegen die Achse hingerichtete als eine ihr parallele Componente. Ich habe eine solche Betrachtung in meiner Dissertation behufs Anwendung auf die Wirkung der Gewalten, welche Luxationen und Contracturen bewirken, durchgeführt. Hier haben wir nicht nöthig auf dieselbe zurückzugehen und ich will nur beiläufig bemerken, dass der Ausdruck für die Wirkung des Muskels, d. h. die Componente in die Tangente der Bewegungsbahn des Angriffpunkts, oder der ideale Hebelarm auch dann immer ebenso gefunden werden kann, dass wir von jener Tangente ein Stück durch ein

Perpendikel vom Ende der Linie, welche die ganze Kraft nach Richtung und Grösse darstellt, abschneiden [1]), oder dadurch, dass wir einfach die Linie, welche die Zugrichtung bezeichnet, um jene Tangente drehen, bis sie in eine zur Achse senkrechte Ebene kommt und dann auf sie oder ihre Verlängerung von der Achse ein Perpendikel fällen. In der Anwendung auf die anatomische Beobachtung würde sich dies nur in dem allgemeineren Falle nicht so leicht machen, da das Bild der gegenseitigen Lage von Zugrichtung und Tangente der Bahn des Angriffspunktes dann nur durch Projection in eine Ebene zu gewinnen wäre, welche gegen die Achse keine so einfach bestimmbare Lage hat, wie in jenen einfacheren Fällen. Es ist deshalb ganz bequem, dass wir in der Regel diese einfacheren Schemata als hinreichend zutreffend ansehen können; deshalb habe ich mich auch auf ihre Darstellung beschränkt.

## II. Die Leistungen der Wirkungen von Muskeln auf das Hüftgelenk beim Stehen und Gehen.

Die Bestimmung der Wirkung von Muskeln, d. h. des Einflusses, welchen eine Anspannung derselben auf die Drehung der zwischen ihren Insertionen liegenden Gelenke ausübt, kurz ihres Drehungsmomentes, ist ein fast reines Problem der anatomischen Untersuchung, weil sie, abgesehen von einer genauen Feststellung der absoluten, in allen Muskeln gleich wirksamen Kraft und deren Schwankungen nur abhängt von der Dicke eines jeden und der Lage der resultirenden Richtung des Zugs aller seiner Fasern zu den Achsen der betreffenden Gelenke. Eine andere schon mehr physiologische Frage hängt nahe damit zusammen, die Frage, was mit den Spannungen der Muskeln, oder mit ihrer Wirkung bei der Anwendung zu bestimmten Bewegungen geleistet werden muss, und wird. Denn es liegt nahe, wenn man die Mittel vorfindet, durch welche auf gewisse Drehungen gewisser Gelenke sehr verschieden stark eingewirkt werden kann, dass man sich auch gleich annähernd einen Ueberschlag zu machen sucht,

---

[1]) D. h. das Drehungsmoment ist auch im allgemeinsten Falle auszudrücken durch dss Product von Kraft und Hebelarm mit dem Cosinus des Winkels, den die Zugrichtung mit der Tangente der Bewegungsbahn des Angriffspunktes macht, aber nicht wie in den beiden einfacheren Fällen mit den Sinus der Winkel, die sie mit dem Hebelarme und mit einer der Achse Parallelen macht.

welche Widerstände gegen dieselben im Leben vorhanden waren, in deren Ueberwindung ihre Leistung bestand. Zumal bei Gelenken und Muskeln, die fast immer nur zu regelmässig wiederkehrenden Bewegungen gebraucht werden, wie die der unteren Extremität beim Gehen, Stehen u. dergl., macht sich dies ziemlich leicht, da ihnen auch meist nur sehr einfache Widerstände von der Last des Körpers gegeben sind.

Die erste methodische Bestimmung über Wirkung von Muskeln auf ein Gelenk ist meines Wissens die Erstlingsarbeit von A. Fick über die statischen Momente der Oberschenkelmuskeln in Beziehung auf das Hüftgelenk (diese Zeitschrift. 1. Reihe. IX. Band). Die darin angewandte Methode der Bestimmung der Momente hat zwar einen Fehler, der aber für den vorliegenden Fall nicht viel ausmacht. Sie nimmt nämlich als Maass der Menge von Fasern, oder der Kraft eines Muskels den natürlichen Querschnitt desselben an seiner dicksten Stelle und es giebt doch Muskeln genug, in denen an keiner Stelle alle ihre Fasern in Einem Querschnitte vereint nebeneinanderliegen; aber gerade unter den hier in Betracht kommenden liegt doch dieser Fall kaum vor. Ausserdem bezieht sich die ganze Bestimmung durch die Aufsuchung der Hebelarme, an welchen die Muskeln wirken, nur auf eine einzelne Ausgangsstellung, die beim gewöhnlichen aufrechten Stehen. Da aber von dieser die gewöhnlichen Lagen des Gelenks auch beim Gehen nicht eben so sehr in der Art abweichen, dass dadurch die Entfernung der Zugrichtung der Muskeln von demselben und also ihre Wirkung verändert würde, so giebt uns das Resultat jener Arbeit schon eine ganz brauchbare Uebersicht der Muskelwirkungen, welche beim Stehen und Gehen für Drehung des Hüftgelenks nach allen Seiten hin verfügbar sind. Zum Grunde gelegt ist dabei die Eintheilung der Drehung um den Mittelpunkt des Gelenks in die um die bekannten drei Hauptachsen, die quere, sagittale und senkrechte, welche durch denselben hin verlaufen. Die Momente, welche alle betreffenden Muskeln zusammen für jede dieser drei Drehungarten in beiderlei Sinne ergeben, sind der Grösse nach geordnet in den folgenden Zahlen ausgedrückt: Adduction 3468, Extension 2904, Flexion 2511, Abduction 2096, Rotation mit der Fussspitze nach der Seite 1470, nach der Mitte 537. Man sieht: die Differenzen sind sehr bedeutend, von einem Gleichgewichte der Antagonisten, wovon man wohl geträumt hat, keine Rede. Die Extensoren sind den Flexoren nicht viel überlegen; die Adductionsmomente,

die grössten von allen, übertreffen die der Abduction schon um weit mehr als die Hälfte; die der Rotation mit der Fussspitze nach der Seite sind weit über doppelt so gross, als die der entgegengesetzten, die kleinsten von allen, für welche es überhaupt gar keine Muskeln giebt, deren Hauptwirkung sie darstellen. Die Extensoren sind es vorzugsweise, die zu ihrem grösseren Theile daneben noch eine Wirkung auf ein anderes Gelenk, Beugung im Kniegelenk haben, für die ein Theil ihrer Kraft in Anspruch genommen sein wird.

Entsprechend verschieden wie diese verfügbaren Kräfte für die verschiedenen Drehungen des Hüftgelenks müssen voraussichtlich auch die Widerstände sein, welche mit ihnen im gewöhnlichen Gebrauche zu überwinden sind. Es handelt sich dabei in erster Linie und hauptsächlich natürlich nur um die Wirkung der Schwere des Rumpfes mit dem Kopfe und den Armen, eventuell auch noch mit dem einen an ihm frei herabhängenden Beine, indem diese Last auf beiden, eventuell nur dem einen Hüftgelenkkopfe ruht, aber ihr Schwerpunkt von demselben nicht gerade unterstützt wird, indem also nur durch Muskelwirkung verhindert werden kann, dass sie nach der einen oder andern Seite von ihm herabfällt. Zweitens kann auch die Wirkung der Last des von der Hüfte herabhängenden, vom Boden aufgehobenen Beines als Kraft, welcher Muskeln entgegenwirken müssen, auftreten. Da es sich also überhaupt fast nur um Gegenwirkungen der Schwere handelt, so wird es genügen, auf Profil- und Frontalansichten die Wirkungen auf Drehung um die beiden horizontalen Achsen, die quere und die sagittale bei den fraglichen Stellungen zu analysiren. Das Bedürfniss einer Wirkung auf Rotation wird sich nur dadurch doch auch herausstellen, dass die Achse derselben durch Vornüberneigung des Körpers beim Gehen mit aufhört, rein senkrecht im Raume zu sein.

Beim Stehen ist auf einer Profilprojection leicht ersichtlich, dass der Schwerpunkt der Masse des Rumpfes u. s. w., die auf den Hüftgelenken ruht, weiter nach hinten liegt, als die Querachse der letzteren, dass also der Rumpf hintenüber gravitirt, zu fallen die Neigung hat. H. Meyer hat dies schon bemerkt; aber er hat wie in vielen ähnlichen Fällen, so auch hier doch zur Verhinderung jenes Hintenüberfallens keine Muskelwirkung für nöthig gehalten. Er nimmt an, dasselbe sei bereits dadurch verhindert, dass das Hüftgelenk bereits vollkommen gestreckt und also durch die maximale Spannung der starken Bänder seiner vorderen Kapselwand bereits verhindert sei, eine weitere Bewegung des Rumpfes nach hinten zuzu-

lassen. Ganz abgesehen davon, ob Bänder einen so anhaltenden Widerstand gegen eine Dehnung durch Belastung überhaupt aushalten können, wie sie ihn hier beim Stehen leisten müssten, ist doch so viel klar, dass man um ihn anzunehmen, voraussetzen muss, die Streckung des Gelenks sei eine nicht nur ungefähr sondern ganz absolut extreme. Denn erst bei dieser tritt Bänderspannung, oder überhaupt Hemmung der Excursion ohne Muskelwirkung ein. Meyer macht auch diese Voraussetzung, wie daraus hervorgeht, dass er die Neigung des Beckens, die ja nichts Anderes ist als Streckung des Hüftgelenkes, beim Stehen auf den verschieden stark abducirten Beinen einfach hat ermitteln wollen, indem er am Präparate das bei den fraglichen Stellungen noch mögliche Maximum derselben bestimmte. Nun kann man sich aber leicht überzeugen, dass man beim Stehen von diesem Extrem doch meist noch etwas entfernt bleibt. Man erreicht es, wenn man absichtlich die Neigung des Beckens vermehrt, d. h. den Bauch herausstreckt, und fast jeder Mensch kann dies, wenn er will, etwas mehr, als er es gewöhnlich thut. Hieraus folgt, dass nach den bei der Stellung des Stehens in der Lage und Einrichtung des Hüftgelenks gegebenen Bedingungen das Hintenüberfallen des Rumpfes seiner Schwere nach nicht unmöglich wäre, dass es also durch Muskelspannung zu verhindern und damit eine anhaltende Wirkung der Flexoren gefordert ist.

Betrachten wir die Stellung des Rumpfes beim Stehen von vorn, so kann es auf den ersten Blick scheinen, als wäre ein Umfallen desselben nach der Seite an sich nicht zu besorgen, also eine Gegenwirkung gegen eine damit verbundene Drehung der Hüftgelenke um ihre sagittalen Achsen durch Adductoren oder Abductoren nicht erforderlich. Denn ein Perpendikel vom Schwerpunkte der über den beiden Oberschenkelköpfen ruhenden Maasse geht von vorn angesehen zwar durch keinen von beiden, aber zwischen beiden durch, also könnte die Belastung durch beide zusammen gegen ein Gravitiren nach der einen oder anderen Seite als hinreichend unterstützt gelten. Doch wäre dies, wenn wir näher zusehen, nur dann, und auch dann nur sehr labiler Weise, wirklich der Fall, wenn beide Beine vollkommen symmetrisch aufgesetzt und der Schwerpunkt ebenso genau gerade über der Mitte zwischen beiden Füssen getragen wäre. Diese Bedingung ist zur Noth bei einem Soldaten, der „Honneur“ macht, verwirklicht, und doch wird gerade ein solches sich in Positur setzen erst recht nicht ohne Muskelspannung realisirt, weil gerade die Ausschliessung der kleinen Schwankungen um eine

labile Unterstützungslage ein besonders gesammeltes Einstehen von Muskeln, wenn auch keine besondere Leistung eines einzelnen Drehungsmomentes fordert. Bequemer, weil einfach rationeller, ist die Aufgabe eines solchen bei den etwas unsymmetrischen Stellungen, die für gewöhnlich im Leben jeder Mensch beim Stehen einnimmt, jede antike Figur zeigt, wobei der Schwerpunkt des ganzen Körpers ganz oder doch überwiegend über dem einen, fester aufgesetzten Fusse ruht, und der andere mehr für sich und unbelastet irgendwo daneben aufsteht. Dabei weicht eine Linie von dem ersteren Fusse zum Hüftgelenke derselben Seite offenbar seitwärts aus der Linie, in welcher die Last herunter wirkt, ab, die gleiche auf der andern Seite viel weniger oder gar nicht oder umgekehrt. Wenn man auf dem linken Fusse steht, tritt der linke Trochanter stark heraus, das linke Hüftgelenk befindet sich in Adduction, das rechte im Vergleich damit in Abduction. Nun ist leicht einzusehen, dass dabei, wenn beide nicht von Muskeln festgestellt würden, kein Gleichgewicht stattfände, sondern der Mensch nach links umfallen müsste, wie ein Tisch, dessen Beine sich nach einer Seite hin neigen und weder im Fussboden noch an der Platte unbeweglich fest sind. Dieses Umfallen käme zunächst als eine rapide Vermehrung jener Adductionsstellung des Hüftgelenks auf der stützenden, und Abductionsstellung auf der anderen Seite in Gang und kann und muss durch diesen entgegengesetzte Drehungsmomente verhindert werden, d. h. durch Wirkung der Abductoren auf der Seite des mehr stützenden Beines, der Adductoren auf der anderen. Wahrscheinlich aber mehr nur durch die erstere. Denn überhaupt scheint bei jenen Stellungen fast nur das Bein, über dessen Fuss der Schwerpunkt ruht, steif und fest gespannt, das andere mehr in Ruhe und nur zu eventuell nöthigen Balancirungen oder Einleitung eines Stellungswechsels disponibel zu sein. Der Rumpf ruht auf dem Hüftgelenke des ersteren so gut wie allein und würde von demselben nach der anderen Seite hin gravitiren. Demgemäss fühlt man denn auch feste Anspannung der Abductoren desselben, namentlich auch des von Meyer sogenannten Ligam. ileotibiale, des Fascialstranges, an dem der Tensor fasciae angreift.

Beim Gehen ist die Lage der Last des Rumpfes u. s. w. zu der beiden Hüftgelenken gemeinsamen Querachse, wie aus den bekannten Profilansichten der Weber'schen Mechanik der Gehwerkzeuge ersichtlich, die umgekehrte wie beim Stehen, d. h. der Schwerpunkt hängt nach vorn von den Hüftgelenken über. Dies hat zwar zum Theil seinen Grund in dem An-

drängen der Last bei ihrer Vorwärtsschiebung gegen den Widerstand der Luft und dieser trägt also zum Theil das Uebergewicht nach vorn. Dies reicht aber doch nicht aus um zu verhindern, dass ebenso, wie der ganze Körper mit dem Beine, welches gegen ihn anstemmt, von dem auf dem Boden gesetzten Fusse und zuletzt nur noch von der Spitze desselben wirklich nach vornüber fällt, auch der Rumpf von den Hüftgelenken nach vorn mehr herabfallen oder wenigstens, indem er seine Stellung zu dem anstemmenden Beine beibehielte, immermehr wie dieses selbst vornüber geneigt würde. Soll er also vielmehr, wie dies wirklich der Fall ist, nicht nur, was die Streckung des Beins besorgt, fast auf gleicher Höhe, sondern auch in sich selbst parallel bleibender Haltung über die Hüfte gehalten werden, so muss in diesem Gelenke gleichzeitig eine wirkliche Streckbewegung erfolgen und durch Muskeln ausgeführt werden. Dabei wird zwar nicht eigentlich eine Last gehoben, sondern nur ein Sinken derselben verhindert. Auch brauchen sich die fraglichen Muskeln nicht eigentlich zu verkürzen, weil sie gleichzeitig durch die Streckung des Kniegelenks, deren Antagonisten sie zugleich sind (Semitendinosus, Semimembranosus, Biceps), passiv ausgespannt werden; aber sie haben dem beugenden Momente der Belastung auf das Hüftgelenk doch auch jetzt einen entsprechenden Widerstand zu leisten, dessen Ueberwiegen die wirkliche Streckung zu Stande bringt.

Betrachten wir nun auch die Lage des Rumpfes zu den Hüftgelenken beim Gehen von vorn, so stellt sich ein seitliches Gravitiren ganz in demselben Sinne, nur noch viel evidenter und ausschliesslicher wie beim Stehen heraus. Denn beim Gehen ruht ja wie der ganze Körper immer abwechselnd nur auf dem einen aufgesetzten Fusse, so der Rumpf natürlich auch nur auf dem einen dadurch unterstützten Hüftgelenkskopfe. Während aber der Schwerpunkt des ganzen Körpers und der aufgesetzte Fuss sich immer nur in der Richtung vorwärts, aber nicht seitwärts von der Lage gerade senkrecht übereinander entfernen, liegt der Schenkelkopf, der den Rumpf trägt, immer nach seiner Seite ab von der Schwerelinie desselben und dieser hängt nun also immer nach der anderen Seite über, muss also immer, so lange das andere Bein ihn nicht nur nicht stützt, sondern selbst noch durch sein Anhängen niederzieht, durch eine Wirkung auf Abduction des tragenden Hüftgelenks am Herabfallen nach der anderen Seite verhindert werden. Von der Grösse des dazu erforderlichen Widerstandes können wir leicht eine ziemlich an-

nähernde Schätzung machen. Denn das Drehungsmoment, das den Rumpf niederziehen würde, ist gegeben durch das Gewicht des ganzen Körpers mit Ausnahme des tragenden Beines, wirkend an einem Hebelarme, der etwa dem Abstande des Hüftgelenksmittelpunktes von der Medianebene entspricht. Denn in der Medianebene liegt ja von vorn herein der Schwerpunkt des Rumpfes und der an ihm wieder anhängenden Theile und, wenn nun zu letzteren das vom Boden aufgehobene Bein hinzukommt, so wird er dadurch mindestens ebensoviel nach dessen Seite hin verlegt als durch eine gleichzeitige Biegung der Wirbelsäule, die H. Meyer in diesem Sinne betont, nach der anderen.

Uebrigens genügen zur Aequilibrirung dieses Gravitirens nach der Seite des vom Boden aufgehobenen Beines nicht völlig die Momente von Muskelwirkungen auf Abduction des tragenden Hüftgelenks im rein anatomischen Sinne. Denn die Achse dieser Bewegung ist ja als rein horizontal angenommen nur beim gewöhnlichen aufrechten Stehen und ist in der dadurch bestimmten Lage nicht im Raume, sondern zu den Knochen unverändert festzuhalten. Sehen wir dabei von der Frage ab, ob wir sie uns mit dem Becken oder mit dem Oberschenkel fest verbunden denken wollen, da wir ja auf die Veränderung der Muskelwirkungen mit Stellungswechsel des Gelenks überhaupt nicht eingegangen sind, auch die gegenseitige Lage des vorwärts stemmenden Oberschenkels und Rumpfes gar nicht viel von der beim gewöhnlichen Stehen abweicht. Aber beide zusammen sind im Vergleiche mit letzterer zu der Zeit, um die es sich hier handelt, beim Vorstemmen des allein aufgesetzten Beines in zunehmender Vornüberneigung; also wird die vorher rein horizontale Achse der Ab- und Adduction mit dem vorderen Ende gesenkt, dagegen die der Rotation mit dem oberen Ende etwas nach vorn über geneigt, also der horizontalen Richtung genähert. Die Schwere des Rumpfes wirkt aber natürlich als immer senkrecht auch immer nur drehend um eine rein horizontale Achse, also nun um eine zwischen jenen beiden gelegene, d. h. nun nicht mehr nur auf Abduction des tragenden Hüftgelenks, sondern zugleich auch etwas auf Rotation und zwar in dem Sinne, wie wir ihn von dem peripherischen Theile ausgehend, als mit der Fussspitze nach der Mitte bezeichnen. Also muss als Verhinderung des Niederfallens zu dem Moment der Abduction noch ein ergänzendes der Rotation mit der Fussspitze nach der Seite hinzukommen, was sich auch um so natürlicher damit verbindet, da es ja zum grossen Theile dieselben

Muskeln sind, welche beides ergeben, vor allen der Glutaeus maximus, der noch ausserdem die ebenfalls zugleich erforderte Extensionswirkung unterstützt, und also am vollkommensten den Rumpf vom Herabfallen von der tragenden Hüfte zurückhält bis zu dem Momente, wenn er von der anderen wieder unterstützt wird.

Wir haben hiermit schon die wesentlichen Wirkungen der grössten in Angriff kommenden Last auf das Hüftgelenk beim Stehen und Gehen überblickt und in der Ueberwindung derselben auch schon ziemlich für alle Arten der Muskelwirkung, die wir als verfügbar vorfanden, Verwendungen erkannt, welchen ihre verhältnissmässigen Grössen wohl nicht schlecht entsprechen. Der Widerstand, den die Flexoren und Extensoren beim Stehen, die Extensoren beim Gehen zu leisten haben, ist zwar nicht so hoch anzuschlagen, wie der der Abductoren in beiden Fällen; und doch sind erstere beiden etwas stärker als letztere. Zu letzteren kommt aber beim Gehen als gegen dieselbe Last mit ihnen zusammenwirkend das auch nicht unbedeutende Moment der Rotatoren; und die ersteren beiden sind es ja, die zum Theil noch zur Wirkung auf andere Gelenke da sind, die Abductoren und Rotatoren dagegen nicht. Für eine Rotation mit der Fussspitze nach der Mitte, die unter den verfügbaren Momenten entschieden am schwächsten und gar nicht durch vorzüglich eigene Muskeln vertreten ist, haben wir auch gar keine Verwendung gefunden. Freilich aber auch noch kaum irgend eine für die stärkte aller vorhandenen Wirkungen, die der Adduction.

Es erübrigt nun noch nachzusuchen, ob ausser der Last, die auf dem oder den Hüftgelenken beim Stehen und Gehen ruht, auch noch die kleinere, welche unter Umständen an einem derselben hängt, die des Beines durch Muskelwirkung bewegt oder gehalten werden muss. Vom Stehen können wir in Bezug hierauf wohl absehen. Denn das eine Bein wird zwar dabei häufig wenig oder gar nicht gebraucht, den Rumpf darauf zu stützen; aber auch dann ruht es doch immerhin selbst noch so fest auf dem Boden, dass es nicht etwa gar noch am Oberkörper herabziehend hängt. Beim Gehen aber hängt ja immer abwechselnd das eine Bein von der Hüfte frei schwebend herab und macht zu dieser Zeit eine bedeutende Bewegung gegen den Rumpf, indem es am Anfang derselben weit hinten weg hängt, wo es eben mit dem Fusse aufgehoben war, nachdem es den Rumpf von da aus vorwärts gestemmt hatte, und nun doppelt schnell auch wieder vorwärts kommen muss um ihn wieder aufzunehmen, wenn er von

dem anderen ebensoviel weiterbefördert ist. Es geht aus Streckung in Beugung des Hüftgelenks über. Nach den bekannten Ergebnissen der Weber'schen Mechanik der Gehwerkzeuge soll diese Bewegung ohne alle Muskelwirkung zu Stande kommen, indem es einer solchen nicht bedarf um das Bein in der gegebenen Zeit weit genug voran zu bringen. Denn da sein Schwerpunkt im Beginne derselben weit nach hinten von dem Drehpunkte des Hüftgelenks liegt, so muss es von seiner eigenen Schwere wie ein Pendel vorwärts schwingend in Bewegung gesetzt werden und da die Weberschen Beobachtungen und Berechnungen ergeben, dass die Zeitdauer der Schwingung ihrer Auffassung als eines reinen Pendelns entspricht, so ist kein Grund anzunehmen, dass sie durch Muskelwirkung irgend erheblich gefördert oder gehindert werden sollte. Hiergegen lässt sich zunächst freilich einwenden, dass Muskeln, welche das letztere thun, die Bewegung hindern würden, ohne Zweifel zu der betreffenden Zeit etwas in Thätigkeit sind, weil ja die meisten Extensoren des Hüftgelenks zugleich Flexoren des Kniegelenks sind und das Knie zu dieser Zeit entgegen der Schwere des Unterschenkels etwas gebeugt werden muss; und wenn nun dennoch damit nicht zugleich jene Beugung in der Hüfte eine Verzögerung erfährt, so müsste man annehmen, dass sie andrerseits durch Flexoren etwas gefördert würde. Indess dies brauchte doch noch wenig in's Gewicht zu fallen. Sodann aber ist jene ganze Erklärung der Bewegung doch nur insoweit erschöpfend, als sie eine reine Beugung, eine reine Bewegung um die Querachse oder parallel der Medianebene darstellt, wie diese in der Profilansicht, von der ja auch die Weber'sche Darstellung ausgeht, hervortritt.

Gehen wir nun aber wieder auf die Ansicht von vorn über, so ergiebt sich leicht, dass die Bewegung des vom Rumpf herabhängenden Beines nicht ganz ausschliesslich reine Beugung ist und von Drehungsmomenten nur um die quere Achse in ihren richtigen Gang gesetzt sein kann. Der Rumpf bewegt sich beim Gehen bekanntlich ziemlich grade aus, ohne eine beträchtliche Seitenbewegung seiner Medianebene. Da auch der Schwerpunkt des ganzen Körpers immer ziemlich genau in derselben bleibt, so darf natürlich auch der Fuss, auf welchem zur Zeit der ganze Körper ruht, nicht viel aus derselben zur Seite weichen und daraus folgt weiter, dass beide Füsse, wenn sie abwechselnd die Unterstützung übernehmen, ziemlich in der geraden Linie der Vorwärtsbewegung aufgesetzt werden müssen und dass sich der zur Zeit aufge-

setzte mitten auf dem geraden Wege zwischen der Stelle, wo der andere aufgehoben ist und der, wo er wieder aufgesetzt werden soll, befindet. Wenn nun der letztere an dem ersteren nicht anstossen, sondern neben ihm vorbeikommen soll, darf er nicht einfach in der Medianebene oder parallel derselben vorwärts pendeln, sondern muss sich von ihr zuerst entfernen und dann zu ihr zurückkehren. Das erstere ergiebt sich nun auch noch ohne Weiteres von selbst als Folge der beginnenden Pendelbewegung. Denn während der vom Boden aufgehobene Fuss ja zu dieser Zeit sich etwa in der Medianebene befindet, das Hüftgelenk aber stets seitwärts von derselben, liegt der Schwerpunkt des an letzterem hängenden Beines ihr doch immer noch entschieden näher und da durch ihn und den Aufhängungspunkt die Lage der Pendelebene bestimmt wird, so muss dieselbe zunächst von der Medianebene nach vorn etwas abweichen und das Bein fliegt also von selbst nicht rein vorwärts, sondern etwas nach seiner Seite ab an dem anderen vorbei. Aus dieser Richtung muss es aber zuletzt wieder abgelenkt und damit der Fuss in die gerade Linie des Weges vor dem anderen zurückgeführt werden. Diese Ablenkung der Pendelebene des schwingenden Beines zu der Zeit, wo es nahezu den tiefsten Stand erreicht hat, also im vollsten Schwunge ist, stellt nun offenbar eine Adductionsbewegung desselben dar, welche durch einen präcis einsetzenden Ruck von Muskelwirkung auszuführen ist, und das, scheint es, ist, von der Cavallerie abgesehen, die Hauptverrichtung, welche das bedeutende Moment der Adductoren hat. Ich weiss wenigstens keine grössere Aufgabe für dasselbe. Zugleich haben diese Muskeln übrigens bei der nicht wenig gebeugten Lage des Gelenks zu dieser Zeit auch einen nicht unbedeutenden Antheil extensorischer Wirkung, da ihre unteren Enden dann nach vorn von den oberen verlegt sind und werden also die Pendelbewegung mit demselben Ruck nicht nur nach der Mitte ablenken, sondern zugleich zurückhalten und also das Bein nicht nur vor das andere herumführen, sondern auch es hier niedersetzen helfen.

Diese Bewegung, wodurch man, wie schon eine allgemein gebräuchliche Redensart sagt, „ein Bein vor das andere setzt,“ ist es auch, deren man sich am bestimmtesten beim Gehen als einer willkürlichen Bewegung bewusst ist. Es scheint fast, als wäre das Muskelgefühl oder Anstrengungsbewusstsein bei den Anatomen in die Schule gegangen, hätte da den unphysiologischen Unterschied von Ursprung und Ansatz der Muskeln gelernt und wüsste also nur dann von ihrer Wirkung,

wenn der peripherische Theil es ist, dessen Last von der Stelle bewegt oder auf der Stelle gehalten wird, obgleich die des Rumpfes viel öfter anzufassen und grösser ist. Aber, Spass beiseite, dies kommt daher, dass das Vorsetzen des Fusses, der Act des Gehens ist, den man mit den Augen sieht. Er ist es der im Parademarsch mit Ostentation zur Schau gestellt wird. Er ist es aber auch, über den der Wille am leichtesten die Gewalt verliert ihn mit der nöthigen Sicherheit plötzlich einsetzen zu lassen. Denn das ist das erste Zeichen von unsicherem Gang bei Paretischen, dass der vorgesetzte Fuss nach seiner Seite nicht nur an dem anderen vorbei, sondern so weiter nebenaus vom Wege hinfällt.

## III. Controversen über Hemmung und Schluss der Gelenke.

Unter Hemmung versteht man die Begrenzung des Spielraumes der Bewegung eines Gelenks, unter Schluss die Erhaltung der genauen Contiguität seiner Contactflächen. Beide hängen nahe mit einander zusammen, da sie sich theils einander bedingen, theils mit einander durch übermässige äussere Gewalten zerstört werden können. Ueber beide sind einige Controversen hie und da hervorgetreten, die eine Erledigung verdienen.

Man unterscheidet zwei Arten der Hemmung. Ich nannte danach die Gelenke: 1) offen, wenn eine Ueberschreitung des Spielraums ihrer Bewegung möglich ist, ohne dass ihr Schluss zuvor aufgehoben wurde, weil diese Ueberschreitung nicht durch Anstossen von Knochenstellen in der Umgebung der gleitenden Contactflächen, sondern nur durch Spannung von Bändern gehemmt ist, mit deren Zerreissung dann eine reine und nur übermässige Fortsetzung der normalen Bewegung zu Stande kommen kann; 2) geschlossen, wenn „Hemmungsflächen“, Oberflächenstücke der Knochen in der Nähe der Gelenke, welche aus der idealen Fortsetzung der gleitenden Contactflächen heraustreten, aber auch zum Contact kommen, wenn die Grenzen des Spielraums erreicht oder überschritten werden, eben damit die Ueberschreitung dieser Grenze ohne eine vorhergehende totale Aenderung der Bewegungsrichtung und also ohne Aufhebung des Schlusses der eigentlichen Contactflächen unmöglich machen. Ich habe letztere Art der Hemmung als die am menschlichen Skelet vorherrschende hingestellt. Henle hat dies bestrittten (Jahresber. 1863. S. 103). Ueber diese Differenz wird eine Verständigung

nicht schwer sein, zumal zunächst mit Bezug auf die Nutzanwendung, in welcher die ganze Unterscheidung ihre praktische Bedeutung hat.

Henle hebt mit Recht hervor, dass dies die Theorie der Luxationen ist. In directer Anwendung auf diese habe ich ja auch die in Rede stehenden Begriffe zuerst aufgestellt (Die Luxationen der Fusswurzel. Diese Zeitschr. Dritte Reihe. II. Bd. S. 174). Ich machte hier die Unterscheidung des offenen oder geschlossenen Spielraumes der Gelenke zur Grundlage für die einer doppelten Art der Entstehung von Luxationen, durch Abwickelung nämlich, oder durch Hebelwirkung, indem ich ausführte, wie bei den offenen Gelenken die reine Fortsetzung der normalen Bewegung über ihre normalen Grenzen zur vollen Abwicklung der Contactflächen von einander und dann direct zu ihrem Herunterfallen von einander führen kann, wie dagegen bei den geschlossenen durch das Anstossen der Hemmungsflächen zunächst die reine Fortsetzung der normalen Bewegung sistirt wird, ehe es zur Abwicklung kommen kann, sodann aber, wenn eine bedeutende Kraft in demselben Sinne fortwirkt, eben dieser Hemmungscontact das Hypomochlion einer Hebelwirkung wird, welche ein Voneinanderabheben der Contactflächen bewirkt, und dieser Abhebelung dann ebenso wie jener Abwickelung eine Dislocation folgen kann. Henle wird mir nun ohne Weiteres zugeben, dass zunächst, soweit es der Anwendung auf diese Consequenz gilt, in allen den Fällen, wo es, wie er sagt, „am Skelet den Anschein hat, als ob die Berührung der Knochenflächen der Excursion der Bewegung Grenzen setze," dieser Anschein auch in meinem Sinne hinreichend beweisend ist, d. h. dass sowohl beim Ellbogengelenke, welches er als Beispiel anführt, als auch bei beiden Fussgelenken, auf welche ich damals die Nutzanwendung machte, von einer Abwickelung der Gelenkflächen über einander nicht die Rede sein kann, weil mindestens bei einer dazu noch lange nicht hinreichenden Ueberschreitung des Spielraumes Knochenstellen in der Nähe (Olecranon und Fossa olecrani, vorderer Rand der Tibia und Dorsum des Taluskopfes u. s. w.) zum Aneinanderstossen kommen, also erst eine Abhebelung der Contactflächen von einander mit Hypomochlion in jenen „Hemmungsflächen" stattfinden muss, ehe es zu Luxationen kommen kann.

Es bleibt dann aber allerdings noch die Frage, wenn man von so groben Spielraumsüberschreitungen absieht und nur daran denkt, ob es bei Erreichung einer normalen Bewegungsgrenze und einem mässigen Andrängen der Knochen im Sinne der

Ueberschreitung derselben schon zum Anstossen jener „Hemmungsflächen“ kommt, oder dies dadurch verhindert wird, dass schon vorher die Spannung von Bändern Widerstand leistet und also diese zuerst schon reissen oder wenigstens gezerrt werden müssen, ehe eine Anstemmung jener eintreten kann. Dies ist es, was Henle vom Ellbogengelenk behauptet, was auch C. Hüter (Anatomische Studien an den Extremitätengelenken Neugeborner und Erwachsener. Virchow's Archiv Bd. XXV.) vom Sprunggelenke angegeben hat, nur dass es im letzteren Falle noch mehr Muskeln als Bänder sind, welche es durch ihren Widerstand gegen weitere Dehnung zum wirklichen Anstossen der Hemmungsflächen nicht kommen liessen. Hat auch die Frage in dieser begrenzteren Fassung keine grosse Bedeutung mehr für die Luxationen, weil es bei diesen auf dasselbe hinauskommt, ob die Bänderzerreissung schon vor der Hebelwirkung, die das Gelenk zum Klaffen bringt, einzutreten beginnt, oder erst mit derselben, so bleibt sie doch von Interesse für die Contracturen (Die Contracturen der Fusswurzel. Diese Zeitschr. Dritte Reihe. V. Bd. S. 44), bei denen die einseitige Ueberschreitung des Spielraumes der Bewegung nicht durch eine plötzliche heftige Gewalteinwirkung, sondern durch einen mässig, aber anhaltend wirkenden Zug oder Druck bewirkt wird. Denn dann kommt es natürlich viel mehr in Frage, ob die Anspannung von Bindegewebsfasern oder die Anstemmung von Knochenstellen zunächst den Widerstand zu leisten hat und zuerst eine pathologische Veränderung erleidet. Freilich wird auch dann der Bänderdehnung die Knocheneindrückung mindestens so bald folgen, dass der pathologische Zustand als solcher zuvor kaum schon deutlich ausgesprochen sein kann; und dann kommt es schliesslich wieder auf die Beantwortung unserer Frage an, wie bald man den Bau und Gebrauch eines Gelenks als über seine normale Grenze hinausgegangen betrachten soll, ob es bei der Mehrzahl der fraglichen Gelenke noch normal, oder schon eine Grenzüberschreitung der Bewegung ist, wenn vorragende Knochenecken in ihrer Umgebung am Schlusse wirklich zur Berührung gebracht werden können, oder ob man es vielmehr umgekehrt als eine unvollkommene Beweglichkeit anzusehen hätte, wenn man fände, dass es nicht möglich sei.

Bei öfterem Aufmerken finde ich nun, dass sich in der That beide Ansichten, wonach der Contact der Hemmungsflächen schon unter normalen Bedingungen erreichbar ist, oder nicht, durch Beobachtungen an Gelenken bestätigen lassen, bei denen

kein Grund vorliegt, sie als nicht gesund zu betrachten, dass Fälle vorkommen, in denen es ohne Bändertrennung möglich ist, Hemmungsflächen in Contact zu bringen und Fälle, wo man es an denselben Gelenken, wenn sie intact sind, nicht dazu bringt. So kommt beides namentlich am Ellbogen und am Sprunggelenke vor. Schon ohne derartige Versuche zeigt die rein anatomische Anschauung, dass wir uns hier auf einer Grenze befinden, wo der Befund in der Breite der individuellen Schwankungen auch des Normalen um den fraglichen Punkt variirt. Man findet nämlich, wenn man auf die Beschaffenheit der Oberfläche an jenen Hemmungsstellen achtet, die grösste Verschiedenheit derselben bei verschiedenen Individuen. Zwar eine Fortsetzung der glatten Synovialbekleidung fehlt ihnen fast nie, aber bald hat dieselbe nur eine bindegewebige Grundlage, bald ist sie durch einen ebenso reinen hyalinen Gelenkknorpel gebildet, wie ihn die immer congruent auf einander schliessenden und schleifenden Gelenkflächen tragen. Nach aller Analogie der Ergebnisse aus meinen Mittheilungen über Contracturen (a. a. O.) und denen von C. Hüter über Vergleichung der Gelenke von Neugebornen und Erwachsenen (Virchow's Archiv. Bd. XXV. ff.) ist hieraus ohne Weiteres zu schliessen, dass in den letzteren Fällen ein festes Anlegen der betreffenden Stellen an gegenüber liegende im Leben regelmässig Statt gefunden hat, in den ersteren nicht. Wenn es nun auch klar ist, dass weder ein Kautschoukmann, noch ein Stubenhocker, der den Spielraum seiner Gelenke überhaupt nie auf die Probe stellt, als Normalmensch angesehen werden kann, so bleibt es doch schliesslich Geschmackssache, ob man mehr eine etwas beschränkte oder eine etwas starke Ausbildung der Beweglichkeit als typisch gelten lassen will. Letztere bringt es aber offenbar mit sich, dass es zu dem Anrennen an das decidirtere Hemmungsmittel der Knochenberührung, wo Gelegenheit dazu ist, auch wirklich kommt und ich gestehe, dass ich dabei bleibe, mich bei der Wahl des Normaltypus auf diese Seite zu neigen. Ich verkenne aber nicht, dass man auch ohne dies gesunde Gelenke haben kann.

Endlich muss ich aber gegen W. Krause (Recension meines Buches über Gelenke, Schmidt's Jahrbücher. Bd. 122. S. 119) an dem Kriterium des Unterschiedes zwischen beiden Arten der Hemmung festhalten, um dessen Willen man sie auch als absolute und relative Hemmung bezeichnet, dass nämlich das Anstossen von Hemmungsflächen die Bewegung ganz plötzlich zum Stillstande bringt, der Eintritt der Bänder-

spannung dagegen etwas allmälig und etwas zurückfedernd. Krause führt nämlich meine Betonung dieses Merkmals und damit gleich auch meine ganze Ansicht von der Sache einfach darauf zurück, dass er mir eine irrige Vorstellung von der Elasticität der in Frage kommenden Bänder unterschiebt. Man wird mir aber wohl glauben, dass ich den Unterschied zwischen gelben und weissen Bändern, elastischem Gewebe und sehnigen Strängen auch kenne, sowie dass ich von letzteren keine so auffallende Federwirkung erwartet oder behauptet habe, wie man sie an einer Löwenkralle beobachtet (Gelenke, S. 41). Dennoch ist etwas Aehnliches, wenn auch weniger ausgiebig, auch an solchen Stellen „in der That realisirt", wo offenbar nur gewöhnliche, nicht specifisch elastische Bänder durch ihre Spannung es bedingen wie z. B. die Ligg. alaria zwischen Schädel und Epistropheus; und eine Spur davon muss immer zu erkennen sein, wo eben nicht das einfache Anlegen von Knochenstellen die Hemmung bedingt.

In Betreff des Schlusses der Gelenke handelt es sich 1) um die Festigkeit desselben, oder die Grösse des Druckes, den die Gelenkflächen aufeinander ausüben, 2) um die sie bedingenden Kräfte. Die Grösse ist sehr schwankend, die Bedingungen sind sehr mannichfach; daher ist namentlich über erstere schwer etwas allgemein zu sagen. Ich habe mich dessen auch wohl gehütet. Es schliesst aber nicht aus, wenn man auch eine absolute Grösse unbestimmt lässt, dass man doch auf Schwankungen derselben aus allerlei Umständen schliessen kann. Dies ist es, was mir Krause (a. a. O.) zum Vorwurfe macht, weil ich aus einer Reihe von Beispielen die Vermuthung abgeleitet habe, dass da, wo der Schluss weniger fest, der Druck vermindert ist, gerade besonders leicht Auflockerungen und successive Defecte des Gelenkknorpels entstehen. Ich hatte dafür auch noch andere Gründe, die hier nicht weiter hergehören. Dass aber in den betreffenden Beispielen wirklich ein weniger fester Schluss anzunehmen sei, habe ich nicht „ohne Weiteres vorausgesetzt," sondern an den betreffenden Stellen meines Buchs jedesmal begründet und diese Begründungen gehen nicht von Voraussetzungen über die absolute Grösse jenes Druckes aus.

Krause selbst aber ist es vielmehr, der bei dieser Gelegenheit ganz beiläufig eine sehr kühne allgemeine Behauptung über diese Grösse aufstellt, so beiläufig, als berührte er nur ein ganz allgemein bekanntes Gesetz, während es doch, wenn es sich durchführen liesse, eine ganz neue, ebenso wichtige als überraschende Entdeckung wäre. Es ist

aber vielmehr nur eine ganz falsche Verallgemeinerung eines allerdings bekannten ganz einzelnen Falles, wenn er behauptet, der Druck in den Gelenken bleibe im Normalzustande mehr oder weniger beträchtlich hinter dem einer Atmosphäre, also hinter dem, unter welchem sich unser ganzer übriger Körper beständig befindet, zurück. Bekanntlich ist in der Weber'schen Mechanik der Gehwerkzeuge deducirt, dass im Hüftgelenke zu der Zeit beim Gehen, wenn das betreffende Bein am Becken frei herabhängend vorwärts fällt wie ein Pendel, dass dann, aber natürlich nur dann, die ganze Schwere desselben den Gelenkkopf aus der Pfanne zu ziehen strebt, dass der Luftdruck zwar es nicht zum Herausziehen kommen lässt, aber seine Wirkung auf den Schluss des Gelenkes doch dabei um jene Wirkung der Schwere des Beines vermindert wird, dass ferner zu derselben Zeit vermuthlich alle auf das Hüftgelenk wirkenden Muskel ganz unthätig sind und also, da sonst nichts zur selben Zeit einen Druck auf das Hüftgelenk ausübt, dann weniger als die ganz gewöhnliche Wirkung der Atmosphäre für denselben übrig bleibt; davon ist dann die teleologische Folgerung eine möglichst geringe Reibung im Hüftgelenke während der Pendelbewegung des Beines. Was passt nun wohl von alledem auch nur auf dasselbe Gelenk im nächsten Augenblicke? Sowie das Bein wieder auf den Boden gesetzt ist, zieht es natürlich nicht mehr am Becken herab, sondern dieses ruht vielmehr, und mit ihm die ganze Last des Rumpfes, Kopfes und der Arme auf dem Schenkelkopfe und diese Belastung kommt also als Druck auf denselben zu der Wirkung der Atmosphäre hinzu. Offenbar sind nun die Umstände bei der Mehrzahl der Gelenke und ihrer gewöhnlichen Lagen den ganzen Tag über viel mehr dem letzteren als dem ersteren Falle bei der Hüfte analog; dieser lehrt nicht eine Regel, sondern eine Ausnahme, weil wir die Theile unseres Körpers meist nicht aneinander aufgehängt, sondern aufeinander ruhend tragen. Dazu kommt nun aber in der Mehrzahl der Fälle fast die ganze Summe der Componenten aller Muskelspannungen, welche nicht direct in die Tangente der Drehungsbahn ihrer Angriffspunkte fallen und also wirkliche Drehungsmomente geben und jene Summe ist bekanntlich durchschnittlich viel grösser als diese Drehungsmomente oder eigentlichen Muskelwirkungen, also ist der Druck, den die Muskeln auf die Gelenke ausüben, grösser als alle die Kraft, welche sie durch ihre bewegenden Wirkungen äussern, nur dass von ihm als einer blossen Spannkraft natürlich keine Arbeit geleistet, sondern nur der Knorpel zusammen-

gepresst erhalten wird. Also ist durchschnittlich der Druck in den Gelenken doch jedenfalls viel grösser als der der Atmosphäre, und nur sehr ausnahmsweise gar geringer [1]).

Aber wie verhält es sich nun mit diesem allgemein verbreiteten Drucke der Atmosphäre selbst den Gelenken gegenüber? Mit dieser Frage stehen wir erst noch vor der gewaltigsten hier einschlagenden Neuerung. Denn E. Rose hat uns in einer Abhandlung (Die Mechanik des Hüftgelenks. Archiv f. Anat. 1865), in welcher wenigstens der Ton souveräner Sicherheit nichts zu wünschen übrig lässt, belehrt, dass der Luftdruck das Zusammenhalten des Hüftgelenks nicht im geringsten unterstützt. Ich halte auch nicht jedes Wort für unumstösslich, welches in einem mit Recht so berühmten Buche wie die Weber'sche Mechanik der Gehwerkzeuge steht; soviel steht aber doch für mich fest: die Versuche und Sätze über das Schliessen des Hüftgelenks durch den Luftdruck sind und bleiben klassisch. Ich habe mich dazu auch in meinem Buche über die Gelenke bekannt und fühle mich also auch berufen, es gegen diesen ebenso leichtfertigen als hochfahrenden Angriff öffentlich zu vertreten. Zu diesem Zwecke wird es aber nicht genügen, nur Einwände gegen die Weber'sche Auffassung aus Rose's Artikel einer Prüfung zu unterwerfen; denn diese finden sich darin mehr nur nebenbei. Der Hauptinhalt sind selbstständige Mittheilungen und Ausführungen über Versuche, welche beweisen sollen, dass beim Hüftgelenke und bei anderen ähnlichen Gelegenheiten die Molecularattraction es eigentlich ist, welche die Theile zusammenhält. Würde dies nun nur als eine Kraft mehr geltend gemacht, die dazu hilft, so würde es schwerlich ein

---

[1]) Beiläufig will ich hier auch die nur halb hieher gehörige abfällige Beurtheilung ein wenig beantworten, die W. Krause (a. a. O.) L. Fick's und auch meiner Ansicht von dem Einflusse des Druckes auf die Bestimmung der Form der Gelenkflächen hat angedeihen lassen. Ich will nur bemerken, dass dabei von keinem „Abschleifen", sondern nur Schleifen in dem Sinne die Rede ist, dass der Druck nicht schon gebildete Substanz abreibt, sondern nur in das Wachsthum derselben einwirkt und dadurch die Form bestimmt. Wenn aber Krause mir bedeutet, dass ich hier nur in einen oft wiederholten Fehler der alten Jatromechanik, welche sich die Sache zu leicht machen wollte, zurück verfallen sei, so muss ich erwidern, dass er hier in einen gerade auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte oft wiederholten Fehler einer wohlfeilen Kritik verfällt, nämlich den, eine Hypothese einfach zu verlachen, wenn sie nicht Alles bis zurück auf das erste Punctum saliens mit Einem Schlage vollkommen erklären kann. Ich bilde mir nicht ein mir und Andern diese Räthselfälle leicht machen zu können; an den einfachsten regulärsten Formen aber wagt man zuerst Erklärungsversuche und an solchen zugleich, die sich noch nach der Geburt unter nachweisbaren Bedingungen ändern.

Mensch bestreiten. Dass Adhäsion Theile zusammenhält, welche sich genau berühren, also auch die Synovia an den Gelenkflächen ist offenbar und ebenso, dass die Synoviaschicht in gesunden Gelenken in der Regel dünn genug ist um selbst ziemlich starke Cohäsion zu entwickeln. Sollte dies zufällig noch nirgends gedruckt sein und es wollte sich Jemand die Priorität des Hinweises hierauf aneignen, so wäre dagegen gar nichts einzuwenden. Ein grosses Verdienst würde er sich aber um Physiologie und Physik überhaupt erwerben, wenn er bestimmen könnte, wie viel diese Kräfte neben andern leisten. Rose dagegen geht darauf aus, ihnen zuzuschreiben, was eine andere, der Luftdruck nach bisherigen Annahmen geleistet haben soll, und diesen wie eine müssige Erfindung daneben als überflüssig zu erklären. In diesem Sinne sucht er nicht nur die Deutung der Versuche am Hüftgelenke sondern auch ähnlicher allgemein physikalischer zu reformiren. Um mit letzteren als dem fundamentaleren Theile zu beginnen, mag es genügen, eine Versuchsreihe als Probe anzuführen.

Ein bekannter Elementarversuch ist, dass man ein Glas Wasser mit einem Kartenpapier oder einer dünnen Glasplatte bedeckt und umkehrt, worauf die Platte am Glase hängt, das Wasser darin bleibt. Die allgemeine Annahme ist, dass es dies hauptsächlich darum thut, weil der Luftdruck auf die Platte wirkt, von dem Wasser aber durch das Glas abgehalten ist. Rose meint dagegen, dies sei eine reine Wirkung der Adhäsion, welche die Platte an dem Glase festhält. Es ist bekanntlich einerlei, ob über dem Wasser in dem umgekehrten Glase auch noch Luft ist oder nicht, wenn nur der Rand des Glases, an dem die Platte hängt noch ganz unter Wasser ist. Rose meint, wenn noch Luft darüber sei, befinde sich doch diese nicht in verdünntem Zustande, also sei der Druck über dem Wasser ebenso gross wie aussen auf der Platte. Allerdings; aber er wäre in dem Augenblicke ungleich, wenn die Platte fiele, oder wenn das Wasser über ihr herausliefe. Denn es könnte nicht zugleich in demselben Augenblicke schon Luft durch die enge Ritze zwischen dem Glasrande und der Platte hineingedrungen und in den Raum über dem Wasser hinaufgestiegen sein. Und also widerstrebt der von unten gegen die Platte wirkende Luftdruck ihrem Herabsinken. Und also hat es keinen Sinn, wenn Rose meint, dann müsste doch der Versuch auch gelingen, wenn die Platte in der Mitte ein grosses Loch hätte. Denn dann könnten natürlich ganz bequem Luftblasen über das Wasser hinaufsteigen. Doch lassen wir diese Erwägungen. Rose hat seine Ansicht ein-

facher zu beweisen gesucht durch abgeänderte Versuche und wenigstens der erste derselben ist ganz vernünftig angelegt. Er machte in den Boden des Glases ein Loch, welches er durch einen Hahn öffnen konnte, wenn das Glas umgekehrt war. That er dies, so trat natürlich oben die Luft frei zu. Hatte nun der Luftdruck Glas und Platte getragen, so mussten sie fallen; hatte es die Adhäsion gethan, so mussten sie hängen bleiben. Sie fielen. Damit, so bedeutete man dem Autor, wie er treulich berichtet, sei die Sache entschieden. Er tröstet sich aber damit, dass, wenn man den Hahn recht langsam und vorsichtig öffnet, kein plötzlicher Niedersturz eintritt, sondern das Wasser tropfenweise durchzurinnen anfängt, und geht sofort zu einer zweiten Form des Versuches über, in der er besser gelingen muss (Abbildung auf S. 551). Statt durch die obere Oeffnung mit dem Hahn direct die Luft zutreten zu lassen, verbindet er damit ein Rohr, das mit Wasser gefüllt ist und in ein offenes Becken mit Wasser untertaucht. Nicht gesagt ist, aber die Abbildung zeigt es (ebenso wie später das Gegentheil), dass das offene Becken tiefer steht als die mit der Glasplatte geschlossene Oeffnung des Glases. Nun blieb diese geschlossen. Hieraus schliesst Rose, dass sie der Luftdruck nicht zuhält, denn er wirkt ja auch jetzt von beiden Seiten, von unten gegen die Platte und andrerseits auf den Wasserspiegel in dem Becken und von da durch das Wasser auf die Platte von oben. Ganz richtig. Nur sieht Jeder, dass der letzteren Wirkung eine höhere Wassersäule entgegensteht als der ersteren und dass folglich diese um den Druck dieser Wassersäule das Uebergewicht behält. Oder mit anderen Worten: um auf die Platte von oben zu drücken, müsste das Wasser in der Communication soviel steigen, wie der Spiegel in dem offenen Becken tiefer steht als die Platte, der Versuch beweisst also sonnenklar, dass das Wasser nicht bergauf läuft. Ob diese Deutung richtig ist oder die des Autors, zeigt der einfache Gegenversuch: man hebt umgekehrt das Becken über die Höhe der Platte. Auch diesen Versuch hat Rose nicht etwa nicht gemacht, vielmehr auch abgebildet (S. 553) und auch den traurigen Erfolg dazu, dass das Wasser abläuft, aber dies nur in der milderen Form, bei der er sich auch das erste Mal beruhigt hat, indem die Platte noch schwebt und das Wasser erst zu rinnen anfängt. In der That, der Wassersturz erfolgt nicht immer momentan beim Ueberschreiten der Gleichheit der beiderseitigen Niveaus und daran sind in der That die Wirkungen der Attraction am Glasrande Schuld. Aber daran,

dass es sehr von Zufälligkeiten abhängt, wie lange dies Zwischenstadium vorhält, sieht man eben, dass diese jetzt noch fortbestehende Wirkung eine unsichere und unbestimmte ist, und das wusste man freilich schon lange vor Rose. Bei der nachträglichen Besprechung dieser Versuche begegnet ihm dann übrigens noch etwas ungemein Komisches. Der böse Luftdruck schleicht sich unerkannt in die eigenen Deductionen seines Feindes, weil dieser nicht daran denkt, dass das verfolgte Princip sich auch in dem deutschen Worte Saugen verstecken kann, und so kommt er denn unversehens dahin, schliesslich auch einmal die ganz richtige Erklärung des vorigen Versuches zu geben, indem er (S. 554) wörtlich sagt, dass „die von der Niveaudifferenz abhängige Wasserlast" in dem unten offenen Glase, wenn es höher steht, „negativ wird und eine saugende Wirkung auf die untere Begrenzungsfläche ausübt", d. h. mit etwas anderen Worten: sie verhindert, dass das Zufliessen von der Seite des Beckens die Wirkung des Luftdrucks von da auf die obere Fläche der Platte überträgt und erhält also den auf die untere in überwiegender Wirkung. Ein solche Art, eine einseitige Wirkung des Luftdruckes in Gang zu bringen, nennt man ja bekanntlich Saugen. Rose kommt also hier auf dasselbe, was ich oben von seinem einzig gelungenen Versuche behauptet habe, womit natürlich das, was er erst aus demselben hat schliessen wollen, wegfällt.

Kommen wir zum Hüftgelenk und fragen wir zunächst, was Rose direct gegen die Weber'sche Ansicht vorbringt, so stossen wir auf denselben Missverstand, wie bei dem Versuche mit dem umgekehrten Glase Wasser, dass er meint, wenn der Luftdruck Theile zusammen halten solle, müsse ein luftverdünnter oder luftleerer Raum da sein. Er klammert sich an den in der Weber'schen Darstellung vorkommenden Vergleich mit der Luftpumpe und knüpft daran die Frage, wo denn der Hohlraum im Gelenke sei, und dieser Einwand oftmals wiederholt ist eigentlich auch der einzige. Wie Jeder, der die Weber'sche Darstellung verstanden hat, weiss, ist das gerade die Pointe derselben, dass ein solcher Hohlraum nicht existirt, dass er nur dann sofort existiren würde, wenn der feste Zusammenschluss der Gelenkflächen aufgehoben würde. Denn die Umschliessung des Gelenkkopfes durch das Labrum der Pfanne würde als Ventil verhindern, dass Luft oder sonst etwas sofort in den Zwischenraum zwischen den Gelenkflächen eintreten kann, und deshalb widerstrebt der Luftdruck der Bildung dieses Raumes, der Aufhebung des

festen Schlusses, wogegen, wenn er überwunden, der Kopf von der Pfanne losgerissen wird, ein leerer Raum wirklich entsteht und einen Augenblick unausgefüllt existiren kann. Ganz gerade so ist zwischen dem Ende einer Spritze oder eines Pumpencylinders und dem Stempel, der genau hinein passt, kein leerer Raum, er entsteht aber sofort, wenn das Ende zu ist und der Stempel herausgezogen wird, wobei dann auch der Widerstand des Luftdrucks überwunden werden muss. Nur in diesem Sinne ist natürlich auch der Weber'sche Vergleich der Einpassung des Schenkelkopfs in die Pfanne mit einer Luftpumpe zu verstehen. Solcher lächerlichen Missverständnisse der einfach klaren Weber'schen Darstellung finden sich nun noch mehrere. So, wenn es in derselben heisst, die an der Leiche abgeschnittenen Muskeln hätten das Bein nicht getragen, oder der Luftdruck allein hielte dasselbe im Gelenke fest, so ist natürlich nicht die Meinung, wie Rose unterstellt, um dagegen loszuziehen, dass andere Kräfte, namentlich der Zug der Muskeln nicht auch im Leben die Gelenkflächen gegeneinander halten können. Wie wenig die Verfasser der Mechanik der Gehwerkzeuge dies übersehen haben, geht daraus hervor, dass sie für den besonderen Fall, welchen ich als solchen schon oben gegen Krause dargestellt habe, wenn das Bein im Leben beim Gehen an der Hüfte hängt, besonders deducirt haben, wie dann die Muskeln aus andern Gründen nicht zu wirken hätten und wie desshalb dann ihre Wirkung auch auf den Schluss des Gelenks nicht zu der des Luftdruckes hinzukäme u. s. w. wie oben; ferner wie sie dagegen für letztere ergänzend eintreten können und müssen, sobald dieselbe unter veränderten Umständen nicht mehr ausreicht. „Warum die Muskeln und nicht zunächst die Bänder?“ fragt hier Rose. Als Chirurg sollte er doch soviel von der Anatomie und Mechanik des Hüftgelenks wissen, dass dasselbe ebenso wie das Schultergelenk keine Bänder hat, welche, abgesehen von ganz extremen Stellungen (namentlich hier von ganz extremer Streckung; vgl. Henle, Bänderlehre S. 130), eine geringe Entfernung der Gelenkflächen voneinander überhaupt hindern können. In der Anmerkung (S. 544 ff.), woraus jene Frage angeführt ist, versucht Rose in humoristischem Tone die eben schon berührte Anwendung der Weber'schen Lehre auf eine mehr in Anspruch genommene Wirkung der Hüftmuskeln beim Gehen unter vermindertem Luftdrucke auf hohen Bergen durch unsinnige Consequenzen zu ironisiren und er spricht dabei von „mit sich herum tragen“ der Last, welche die Muskeln übernehmen

müssen, gerade so, als sei es die Weber'sche Ansicht, dass uns der Luftdruck für gewöhnlich der Mühe überhöbe, unser Bein mit uns herum zu tragen. Man könnte die Unterstellung eines solchen Unsinns unbegreiflich nennen; aber man begreift sie doch wenn man sieht, dass derselbe denjenigen kaum übertrifft, welchen unser Autor zur Illustrirung dieses heitern Themas aus eigenen Mitteln hinzuthut, z. B. wo er meint, wenn die Muskeln bei einem Spaziergange in Gastein ermüdeten, so möge der Kranke nach der Weber'schen Ansicht sehen, wie er mit verrenktem Oberschenkel nach Hause käme, als wenn ein Mensch überhaupt nach irgend einer vernünftigen Ansicht nach Hause gehen könnte mit bis zur Leistungsunfähigkeit ermüdeten Muskeln. Er fragt auch allen Ernstes, ob der Luftdruck auch durch die Haut wirke, und ob er nach der Weber'schen Ansicht nicht am Ende gar den Oberschenkel auch gegen den Unterschenkel drücke, was natürlich Niemand bezweifelt.

Werfen wir noch einen Blick auf die Mittheilung eigener Beobachtungen, die uns Rose als „Abänderungen" der Weber'schen Hüftgelenksversuche mittheilt. Umständlich werden uns hier allerlei kleine Zwischenfälle berichtet, die bei solchen Versuchen vorkommen und mit denen auch Rose Bekanntschaft gemacht hat, als er dieselben an einem Hüftgelenke (nicht mehr und nicht weniger) nachzumachen daran ging. Gleich Anfangs begegnete es ihm, als er die Kapsel abschnitt, dass er „bei einer ungeschickten Bewegung mit der Spitze der geschlossenen Scheere der Pfanne dort, wo sie oben den Kopf berührt, streifend nahe kam", und nun fiel der letztere gleich einmal heraus. Sehr begreiflich. Denn wenn man gegen die Umfassung des Kopfes durch das Labrum der Pfanne anstreift und es dabei etwas von ihm abhebt, so öffnet man das Ventil, welches den luftdichten Schluss sichert, und dazu genügt allerdings „eine leichte Erschütterung", wie Rose diesen Zwischenfall nachher nennt. Bekanntlich wird im Operationscursus gelehrt, dass man um das Aufklaffen einzuleiten Einschnitte in den Rand des Labrum machen muss. Hier war es nicht eingeschnitten und hernach gelang also der Versuch doch noch vollkommen, dass nach Durchbohrung der Pfanne, wenn das Loch offen war, der Kopf herausfiel, wenn es wieder geschlossen wurde, wieder festsass. Nicht unpassend citirt Rose bei dieser Gelegenheit die Weber'schen Worte: „Dieser Versuch kann ja mit demselben Beine nach Belieben wiederholt werden und gelingt immer." Nicht den geringsten Versuch aber macht er bei dieser entscheidenden Gelegenheit,

zu widerlegen, dass es der Luftdruck ist, welcher durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen des Loches zugelassen oder abgeschnitten wird und also das abwechselnde Abfallen oder Festhalten des Gelenkkopfes bedingt, oder zu erklären, wie sich dabei in der Attraction der Gelenkflächen oder sonst irgend einer denkbaren Bedingung ihres Zusammenhaltens das Mindeste ändert. Nach einiger Zeit wollte der Versuch nicht mehr gelingen. Rose sägte nun von dem Schenkelkopfe das Stück ab, welches die Pfanne ausfüllt, in der Absicht das anhängende Gewicht zu vermindern. In diesem Sinne war die Veränderung jedenfalls sehr irrelevant. In Wahrheit aber machte er damit die einzig wirkliche Abänderung des Versuchs und zwar eine solche, die, wenn sie gelang, direct gegen seine Ansicht beweisen muss. Denn, wenn nun hinterher der Schluss noch wieder herzustellen war, so kann es nicht die blosse Attraction der Gelenkflächen sein, die ihn erhält, da die betreffenden Contactflächen nun möglichst grossentheils entfernt waren. Der Schluss stellte sich zufällig gleich wieder her. Ich sage zufällig, weil ja nicht abzusehen ist, wie irgend ein Mangel, der ihn vorher verhinderte, schon abgestellt gewesen wäre, und es dauerte also auch nicht lange, dass er sich erhalten liess. Nun wurde er aber durch Einlegen des Präparats in Wasser wiederhergestellt. Hieraus schliesst Rose („da der Barometerstand doch kaum dabei geschwankt hat“), dass nicht der Luftdruck den Schluss bedingt, sondern „die Consistenz der Gelenkschmiere“, und also, meint er wohl, ihre Cohäsion. Er bedenkt aber wieder nicht, dass ein normaler Grad von Quellung und feuchter Glätte auch eine der Bedingungen für sufficienten Anschluss des Labrum der Pfanne an den Gelenkkopf ist, der als Ventil den luftdichten Schluss des Gelenks erhält. Nicht immer sind die Bedingungen, welche im einzelnen Falle den sicheren Schluss des Labrum und damit des Gelenks stören, so leicht verständlich, die Zufälle, die bei einem Präparate das schon offen gewesen, hindern können, dass es wieder fest wird, so leicht abzustellen und dies ist bei dem so sehr geringen Uebergreifen des Labrum über den grössten Umfang des Gelenkkopfes, auf dem doch sein ventilartig wirkendes Andrücken an denselben beruht, sehr natürlich. Immer aber giebt sich die Aufhebung des festen Schlusses, mag sie von einem Loslassen des Labrum oder durch ein Aufklappen der frei präparirten Incisura acetabuli u. s. w. herrühren, von dem simpeln Effect eines Knalles begleitet, den wir nun einmal noch das Vorurtheil

haben als Symptom eines plötzlichen Luftdruckwechsels anzusprechen.

Unter den „Abänderungen der Weber'schen Versuche" finden sich auch Experimente (sit venia verbo) an Kaninchen, die aber nicht nur wegen ihrer ungemeinen Rohheit ganz unbrauchbar sind. Die Nachwelt erfährt, dass, als das zweite Hüftgelenk eines Thieres zur Aufhängung genommen wurde, „Peristaltik noch da" war, dass ein zerbrochener Oberschenkel an dem 15 Pfund eine Nacht gehangen hatten, auseinander riss, auch dass es mit ähnlich subtiler Behandlung mehrmals gelungen ist, das Bein aus der Hüfte zu reissen. Nur die Kleinigkeit, um die es sich hier einzig handeln könnte, wann die Gelenkflächen zuerst von ihrem genauen Zusammenschliessen losliessen, was natürlich immer viel früher geschehen sein muss, als bis die Bänder auseinanderrissen, diese ist nicht bemerkt. Wäre sie es aber auch, so ginge uns doch dies hier gar nichts an, weil sich das Hüftgelenk des Kaninchens gerade darin von dem des Menschen unterscheidet, worauf es bei den Weber'schen Versuchen entscheidend ankommt, indem es kein über den grössten Umfang des Gelenkkopfes übergreifendes Labrum der Pfanne besitzt. Rose erzählt uns ferner noch mancherlei Beobachtungen von Verletzungen an lebenden Menschen, von einem der verschüttet war und dabei die ohnehin schon kranke Pfanne gebrochen und keine Luxation erlitten hatte, von einer Section, welche ergab, dass beiderseits die Pfanne gespalten war („und also", wie Rose meint, „der Luft freien Zutritt zum Gelenke liess"), und der Gelenkkopf ruhig fest darin lag, auch von einem Menschen, der sich durch das Herz geschossen hatte, woraus man sieht, dass Fleisch zerreissbar ist. Es hiesse die Geduld der Leser, wenn solche mir überhaupt bis hierher gefolgt sein werden, zu sehr missbrauchen, wollte ich sie einladen, dem Schatten eines vernünftigen Zusammenhanges zwischen diesen Geschichten und der vorliegenden Frage nachzuspüren. Herrn Rose aber möchte ich zum Abschied noch auf eine, ihm gewiss so wenig wie hoffentlich irgendeinem Jünger unserer Wissenschaft unbekannte Beobachtung aufmerksam machen, die jedenfalls eine nähere Analogie mit dem Weber'schen Versuche und seinem Ergebnisse bietet als Alles, was er uns in diesem Sinne aufgetischt hat. Wenn er dann von seinen reformatorischen Ideen noch nicht geheilt sein sollte, so eröffnet sich ihm hier noch ein neues fruchtbares Feld für dieselben. Bekanntlich liegt auch die äussere Oberfläche der Lunge genau an der innern des Brustraumes. Macht man aber ein Loch in letzteren, so

zieht sie sich zurück und das Organ geht in Folge seiner Elasticität auf ein kleineres Volum zurück als es je zuvor gehabt hat und wird nun mit den Bewegungen der Brust nicht wieder grösser, weil es durch nichts mehr genöthigt ist, sich der Innenfläche derselben angeschlossen zu halten. Bekanntlich wollen die Physiologen auch dies ebenso wie den Weber'schen Hüftgelenksversuch dadurch erklären, dass der Luftdruck in der offenen Lunge sie in dem abgeschlossenen Brustraume anhält und dass diese Bedingung wegfällt, wenn die Luft in letzteren Zutritt erhält, und mit Bezug auf diese Erklärung ist mir auch einmal bei einem, der dieselbe nicht recht verstanden hatte, die kindliche Vorstellung begegnet, dass darum im Pleurasacke ein luftleerer Hohlraum existiren müsse.

Ich habe mich wohl länger bei dieser Kritik aufgehalten, als sie es eigentlich an sich verdient hätte. Ich habe es deshalb gethan, weil man ähnlichen unklaren Vorstellungen über das, was die Weber'schen Entdeckungen am Hüftgelenke lehren, öfters in Kreisen begegnet, welche die Sache doch in ihren Folgerungen mit angeht, nur dass bis jetzt noch Niemand so naiv gewesen ist, so damit ans Licht zu treten. Ich will desshalb auch schliesslich noch auf eine Frage kommen, über die auch das allgemeine Urtheil oft noch schwankt, in wie weit nämlich die Folgerungen aus den Weber'schen Versuchen sich auf alle Gelenke erstrecken. Zunächst als solche natürlich gar nicht. Denn die Versuche sind ja an anderen Gelenken nicht zu wiederholen, weil gleich einfache Bedingungen für die Erhaltung eines luftdichten Schlusses, welche noch nach dem Tode und selbst nach Eröffnung der Gelenkkapsel in unversehrter Wirksamkeit bleiben können, an keinem andern Gelenke so, wie hier durch das Umfassen des Gelenkkopfes durch das Labrum der Pfanne gegeben sind. Es kommen aber doch meist ähnliche Umstände zusammen, namentlich begründet in der Spannung von Bändern oder auch von Muskeln, wie ich dies z. B. für das Schultergelenk nachgewiesen habe, welche es mit sich bringen, dass die Spalte zwischen den Gelenkflächen ringsum abgesperrt ist, dass also der Zwischenraum zwischen ihnen, wenn sie sich von einander entfernen, zunächst nicht gleich völlig ausgefüllt werden kann, also ein leerer Raum werden müsste, und dass also auch die allgemeine Wirkung des Luftdruckes dieser Entfernung der Gelenkflächen voneinander in dem Maasse widerstrebt, wie es der Querschnitt, welchen sie durch die Grösse derselben erhält, bedingt. Je kleiner sie also sind, um so unbedeutender

wird diese Hülfe im Vergleich mit der direct zusammenhaltenden Wirkung der Spannung von Haftbändern oder Muskeln. An manchen Gelenken ist auch die nächst umgebende Kapsel und wieder deren Umgebung eine so schlaffe, dass sie sofort in jede Oeffnung der Spalte einschlüpfen kann, wie z. B. an den Gelenken der Fingerbasis. Selbst dann aber kommt es oft zuvor zur momentanen Bildung eines leeren Raumes bei dem Voneinanderziehen des Contacts und in Folge dessen zu einem Knall. Bei jeder gewaltsamen Aufhebung des Schlusses der meisten grösseren Gelenke bildet sich stets ein leerer Raum und in Folge dessen Extravasat in der Gelenkhöhle.

## IV. Ueber Insufficienz der Länge der Muskeln für den Spielraum der Gelenke und über Kautschoukmänner.

Als Ed. Weber das Gesetz fand, dass die Verkürzung der Muskelfasern immer in einem bestimmten Verhältniss zu ihrer Länge steht und zwar immer etwa die Hälfte des Maximums derselben beträgt (Berichte der Ges. d. W. zu Leipzig. Math. phys. Cl. 1851), fiel es ihm auf, dass die meisten der über mehrere Gelenke hingespannten Muskeln eine weniger genaue Uebereinstimmung unter sich in Betreff desselben zeigten und von den nur Ein Gelenk beherrschenden sich in der Art unterschieden, dass es schien, sie müssten sich stärker verkürzen können, als diese. Weber hielt diese scheinbare Differenz einfach für Ergebniss einer Ungenauigkeit seiner Beobachtungsresultate und schob dieselbe auf den Umstand, dass er die Verkürzung der Muskeln aus der an der Leiche erreichbaren, möglichsten Annäherung und Entfernung ihrer Endpunkte berechnet hatte. Dieser Umstand ist jedenfalls bei der Erklärung zu berücksichtigen; aber es folgt daraus noch nicht, dass hier ein daraus entsprungener Beobachtungfehler vorliegen muss, obgleich allerdings ein so allgemeines physiologisches Verhältniss wie das von Länge und Verkürzung der Fleischfasern an verschiedenen Muskeln schwerlich verschieden sein wird. A. Fick hat bereits (Moleschott's Untersuchungen. Bd. VII.) angedeutet, wie jene Differenz einen ganz richtigen Grund haben und mit dem allgemeinen Gesetz in Einklang kommen kann. Es brauchen nämlich, wie er bemerkt, von den möglichen Bewegungscombinationen der Gelenke, welche von denselben Muskeln

beherrscht werden, gerade die nicht besonders häufig im Leben vorzukommen, bei welchen die Längenänderung dieser Muskeln am bedeutendsten ausfallen würde und deshalb braucht ja dann auch die Länge der Fasern derselben nicht der Möglichkeit einer so starken Aenderung nach dem allgemeinen Gesetze angemessen zu sein.

Man wird noch etwas weiter gehen können und geradezu sagen, dass manche solche Combinationen der Bewegung mehrerer Gelenke im Leben gar nicht vorkommen können und zwar eben deshalb nicht, weil die Länge der sie gemeinsam beherrschenden Muskeln dazu nach dem Weber'schen Gesetze, welchem sie so gut wie die nur Ein Gelenk beherrschenden folgen, nicht ausreicht. Um aber dies zu begründen, müssen wir zugleich eine andere Einschränkung beseitigen, die Weber seinem Gesetze geben zu sollen meinte. Er nahm nämlich, gestützt auf eine Vergleichung desselben mit der an Froschmuskeln gefundenen viel grösseren Veränderlichkeit der Länge an, dass der von ihm als factisch nachgewiesene und in jenem Gesetze ausgesprochene Unterschied von Verkürzung und Ausdehnung der Muskelfasern auch für den Menschen nicht die ganze Breite der Veränderung ausdrücke, deren die Substanz des Muskels an sich fähig sei, dass also nur ein Bruchtheil derselben bei der Bewegung der Gelenke zur Anwendung komme. Danach müsste denn darüber hinaus noch eine weitere Ausdehnung oder Verkürzung der Muskeln möglich sein, wenn nur der Spielraum der Gelenke es dazu kommen liesse. Es kommt aber im Gegentheil oft genug vor, namentlich an der untern Extremität, dass die Fähigkeit der Muskeln sich ausdehnen zu lassen oder sich zu verkürzen ihre Grenze erreicht, ehe der Spielraum der Gelenke erschöpft ist. Dies Verhältniss ist es, was ich als Insufficienz der Länge der Muskeln für den Spielraum der Gelenke bezeichnen möchte. Es kann sich in zweierlei Sinne äussern, was ich als passive und active Insufficienz bezeichnen will. Die erste besteht darin, dass die Grenze der Verlängerung oder passiven Dehnbarkeit erreicht wird. Dann werden die Muskeln vollkommen restistent wie Bänder und hemmen ganz ebenso wie gespannte Bänder den weiteren Fortgang der Bewegung. Dies hat bereits C. Hüter in einem Anhange zu seinen Mittheilungen über die Gelenke von Neugeborenen und Erwachsenen (Virchow's Archiv. Bd. XXXIII. S. 274 ff.) an mehreren Beispielen erläutert. Ich erinnere vorläufig nur an die bekannte Beschränkung der Dorsalflexion des Fusses bei gleichzeitiger Streckung im Knie,

bedingt durch Insufficienz der Gastrocnemii. Nicht nur als Hemmung kann sich dies äussern, sondern sogar als Hervorbringung des Gegentheils der einen von den Bewegungen, wobei der Muskel gedehnt wird, durch Forcirung der andern, ähnlich wie eine Bewegung des Schädels im Atlas von der des letzteren auf dem Epistropheus bei erreichter Spannung eines Lig. alare inducirt werden kann (mein Buch über Gelenke. §. 29). Die Insufficienz der activen Verkürzung eines Muskels, die Erreichung ihrer Grenze, bevor die davon bedingte Gelenkbewegung ihre Grenze erreicht hat, hindert nicht, dass letztere noch fortgesetzt werden könnte. Der Muskel kann dann nur nichts mehr dazu beitragen durch weitere Verkürzung; ja er ist einer solchen dann so wenig mehr fähig, dass er selbst bei mit fortschreitender Bewegung dennoch eintretender, weiterer Annäherung seiner Enden aufhört sich selbst und seine Sehne gerade auszuspannen und durch den Willen gar nicht mehr zur Contraction angeregt werden kann, also einem vollkommen gelähmten oder todten ganz ähnlich wird. Dies kommt z. B. ebenfalls an der Wade vor: bei voller Beugung im Knie und Plantaflexion des Fusses fühlt man die Achillessehne sich in eine Falte knicken und kann die Gastrocnemii nicht mehr contrahiren.

Nach der höchst einladenden genetischen Deutung, welche A. Fick dem Weber'schen Gesetze gegeben hat, dass die Beziehung von Verkürzung und Länge der Muskeln auch die Entwickelung der letzteren durch die Grösse der ersteren, welche factisch gefordert wird, regelt, ist es nur natürlich, dass man bei Muskeln, die nur auf Ein Gelenk wirken, die vollkommenste Uebereinstimmung mit dem Spielraume desselben nach dem Weber'schen Gesetze finden wird. Am wenigsten ist hier auch abgesehen von dem eben angeführten Grunde eine passive Insufficienz denkbar, da ein Gelenk, das durch einen Muskel, welcher sich nicht mehr ausdehnen lässt, verhindert würde, über einen gewissen Grad hinaus sich zu bewegen, auch an sich schwerlich lange die Fähigkeit dazu behalten würde, da auch seine Bänder und vielleicht selbst die Knochen die dazu nöthige Dehnungsfähigkeit und Form verlieren würden. Aber auch eine reguläre Bewegung eines Gelenks, bei der sich ein auf dasselbe allein wirkender Muskel gar nicht mehr mit entsprechender Verkürzung betheiligen könnte, also active Insufficienz in einem solchen Falle ist unwahrscheinlich; ebenso Entwickelung eines Muskels, der länger und also einer grösseren Verkürzung fähig wäre, als er sie je erreicht, weil das einzige Gelenk, auf das er

wirkt, still steht, ehe es dazu kommt. Und doch sind diese beiden Abweichungen (active Insufficienz und Uebersufficienz) bei eingelenkigen Muskeln nicht ganz ausgeschlossen. Für erstere spricht schon das obige Beispiel von Knickung der Achillessehne, wobei doch auch der Soleus, der so gut als für einen Muskel über nur Ein Gelenk gelten kann, schon vor dem Ende der Bewegung desselben ganz verkürzt sein muss. Für die Nichterreichung voller Verkürzung ist dagegen das schon von Weber hervorgehobene Beispiel der Kaumuskeln nicht anzufechten, die auch offenbar, wie man an seinem eigenen Masseter fühlen kann, bei vollem Schluss der Zahnreihen noch weit entfernt sind, ihre Contractionsfähigkeit erschöpft zu haben.

Es giebt auch Muskeln, die auf mehrere Gelenke wirken und doch allen Anforderungen der Verkürzung und Ausdehnung entsprechen, welche durch die grösste Annäherung oder Entfernung ihrer Enden mittelst combinirter Bewegung dieser Gelenke gegeben werden können. Auch an der unteren Extremität haben wir ein glänzendes Beispiel dieser Art an dem längsten aller Muskeln, dem Sartorius. Er beugt das Hüftgelenk und das Kniegelenk, und sowohl diese beiden Beugungen als ihre Gegentheile, die Streckungen beider Gelenke, sind mit einander bis zum Extrem vereinbar. Damit ist die bedeutende Verkürzung und Ausdehnung des Muskels erfordert, welcher seine ausserordentliche Faserlänge so vollkommen entspricht, dass sich für ihn das Verhältniss von Länge und Verkürzung in der Weber'schen Tabelle ganz ähnlich wie bei den Muskeln, die nur Ein Gelenk überspringen, herausstellt. Dagegen sind es die umgekehrten Combinationen derselben zwei Gelenkbewegungen, Beugung in der Hüfte und Streckung im Knie und umgekehrt, die wir bis zum Extrem nie ausführen und nicht ausführen können, weil die Muskeln, welche das eine Gelenk beugen, das andere strecken, zu kurze Fasern haben, um sich demgemäss ausdehnen oder verkürzen zu können. Die Weber'sche Tabelle zeigt, dass der Rectus femoris und besonders die hinteren langen Muskeln des Oberschenkels sich ganz bedeutend mehr als andere müssten verkürzen können, der Semitendinosus um 0,78, der Semimembranosus um 0,89 ihrer Maximallänge, wenn sie bei den in den Gelenken ausführbaren Annäherungen ihrer Endpunkte sich noch sollten anspannen können. Das Gegentheil, wie viel sie sich auch müssten ausdehen können, wenn ihre Endpunkte sich soviel, als dies durch vereinigte Bewegung der betreffenden Gelenke möglich wäre, von einander entfernen sollten, ist wahrscheinlich hier noch nicht einmal mit

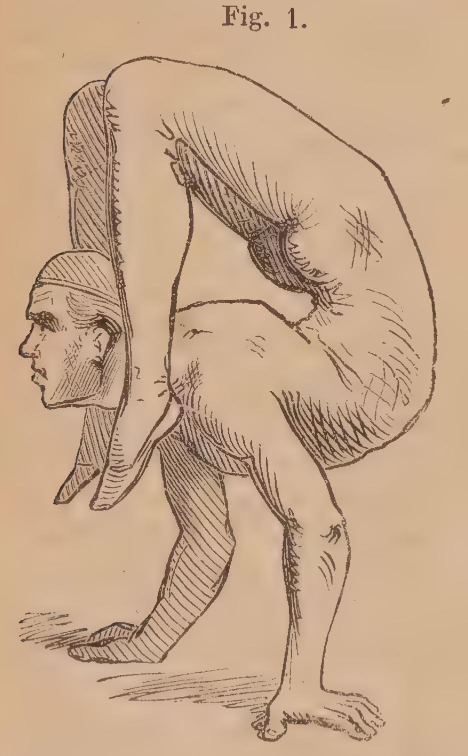
beobachtet und gerechnet, weil die Muskeln vermuthlich nicht durchschnitten wurden und also ihre passive Insufficienz auch an der Leiche noch fortwirkte und das Maximum der Entfernung ihrer Endpunkte hinderte, während die active sich natürlich an der Leiche nicht mehr bemerklich machte und bemerklich machen kann, weil sie eine weitere Annäherung der Enden nicht hindert und Knickung bei derselben im todten Muskel schon ohne sie eintritt. Offenbar sind nun aber beide Arten des Missverhältnisses von Länge der Muskeln und vereinigt gedachtem Spielraum der betreffenden Gelenke in diesem Falle sehr entschieden ausgesprochen. Die Aeusserung der passiven Insufficienz, wie sie auch für diesen Fall C. Hüter bereits gesehen und beschrieben hat, besteht darin, dass Streckung im Knie und Beugung in der Hüfte, die Gegentheile der Wirkung dieser Muskeln unmöglich in irgend bedeutendem Grade mit einander vereinbar sind, weil fast schon die volle Ausführung eines von beiden ausreicht, um dieselben bis zur Grenze ihrer Ausdehnbarkeit anzuspannen und sie also der anderen gegenüber gleichbedeutend mit Hemmungsbändern werden zu lassen, oder die eine, wenn bereits eingeleitet, durch die Forcirung der andern wieder aufgehoben werden kann. Vermöge ihrer activen Insufficienz hindern dieselben Muskeln zwar natürlich nicht, dass zugleich das Knie vollkommen gerade gestreckt und die Hüfte vollkommen gebeugt werden kann, vielmehr können sie es sogar bewirken, indem sie bei gerade herabhängendem Oberschenkel noch im Stande sind, dem Unterschenkel durch einen plötzlichen Ruck eine Wurfbewegung nach oben zu ertheilen, die sich fortsetzt, auch wenn die Muskeln, die sie veranlasst haben, schon nicht mehr fortfahren können, sich entsprechend zu verkürzen und zuletzt die Ferse mit dem Tuber ischii in Berührung bringt. Sowie man aber versucht, dieselbe Bewegung langsam auszuführen, so bemerkt man, dass schon bei wenig mehr als horizontaler Erhebung des Unterschenkels keine Kraft mehr verfügbar ist, ihn noch weiter in die Höhe zu bringen, und wenn er durch Nachhelfen mit der Hand oder in dem ersten Falle durch fortgesetzten Schwung doch höher hinauf kommt, so müssen sich die Muskeln, die sich nicht weiter verkürzen, deren Endpunkte sich aber doch noch genähert werden, nothwendig wie todte in Falten knicken.

Steigerung der passiven Insufficienz ist der Anfang von Contractur eines Muskels, Steigerung der activen ist Parese. Dagegen findet man die passive und vielleicht auch die active

Insufficienz durch frühzeitige Uebung beschränkt oder ganz aufgehoben bei den Menschen, die bekannt unter dem Namen von Kautschoukmännern einen stehenden Modeartikel in jedem Circus bilden. Man hat mir öfter gesagt, es müsste mich wohl sehr interessiren, wenn ich einmal die Gelenke eines solchen Menschen zur Untersuchung bekommen könnte. Wohl wahr; noch mehr aber die Muskeln. Denn diese müssen entweder durch die Uebung von dem Weber'schen Gesetze emancipirt sein, oder aber, was ich für viel wahrscheinlicher halte, nachweisbar auf Kosten der Sehnen verlängerte Fleischfasern haben.

Sofern der Spielraum einzelner Gelenke an sich grösser als bei den meisten Menschen geworden ist, kann man sich nach Analogie von kleineren gewöhnlichen Schwankungen und von den Veränderungen bei Contracturen leicht denken, was für Bedingungen sich dafür werden nachweisen lassen. Es sind in erster Linie die Veränderungen an den gewöhnlichen Hemmungsmitteln (vergl. den vorigen Artikel), welche dieselben erleiden, wenn sie nicht plötzlich, sondern allmählich nachzugeben gezwungen werden, also Dehnung von Bändern, Knochenschwund an Hemmungsflächen. Dazu kommt aber wahrscheinlich noch ein drittes, stärkere Ausbildung der Krümmung der Schleifungsflächen, Verkleinerung des Radius derselben, wodurch schon ohne Vergrösserung der Strecke, welche sie auf einander zurücklegen, doch der Winkelausschlag der dadurch bedingten Drehung vermehrt werden kann. Immerhin sind aber diese Veränderungen von Gelenken und Vermehrungen des Spielraums der einzelnen an sich wohl nicht das am auffallendsten über die mittlere Norm Hinaushinausgehende; am meisten noch an nicht eigentlichen Gelenken, sondern wo mehr Syndesmosen in Betracht kommen, die ja einfach durch Zunahme und Auflockerung ihrer Faserknorpelmasse eine bedeutend vermehrte Biegsamkeit erlangen können. Dahin gehört die enorme Dorsalflexion, mittelst deren ich

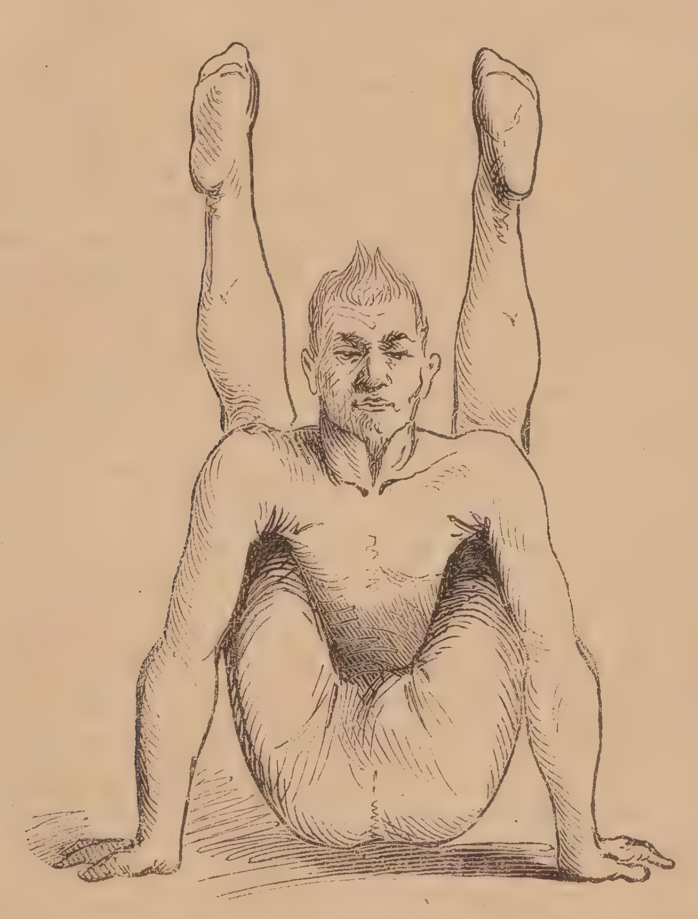
Fig. 1.



einen Knaben im Circus Renz den Kopf rücklings zwischen den Füssen durchstecken sah (Fig. 1). Bedeutende Spielraumsüberschreitungen der grossen Extremitätengelenke, also namentlich starke Hyperextension im Knie oder Ellbogen, oder Dorsalflexion des Hüftsgelenks sind mir nicht vorgekommen.

Die meisten der barocken Stellungen, die einen so lächerlich ungewöhnlichen Eindruck machen, kommen abcr eben nur dadurch zu Stande, dass Stellungen verschiedener Gelenke, deren jede einzeln fast jeder Mensch fast ebenso erreichen

Fig. 2.



kann, in einer Weise combinirt auftreten, wie es bei den meisten Menschen die passive Insufficienz der Muskeln nicht zulässt. So ist z. B. eine der scheusslichsten Verkrempelungen negativer Grazie, die gerade Emporstreckung beider Unterschenkel zu beiden Seiten des Kopfes, welche in den drolligsten Kunststücken dieser Gaukler immer wiederkehrt und stets den lächerlichsten Eindruck macht, z. B. wenn sie dabei auf den Händen stehen (Fig. 2) und nun das Ganze von Rumpf, Kopf und Beinen wie ein Pendel um die Querachse der beiden Schultern hin und herbaumeln lassen. Diese ist offen-

bar nichts als die Verbindung einer gar nicht sehr übergewöhnlichen Beugung des Hüftgelenks mit ganz gewöhnlicher voller Streckung des Kniegelenks, welche, wie oben ausgeführt, sonst durch die passive Insufficienz der hinteren langen Muskeln des Oberschenkels verhindert ist. Diese müssen also dann einer viel grösseren Ausdehnung fähig sein und nach dem Weber'schen Gesetze wahrscheinlich beträchtlich längere Fleischfasern haben.

## V. Die absolute Muskelkraft. Antikritik.

Die von Knorz und mir [1]) publicirten Versuche und Berechnungen über die Grösse der absoluten Muskelkraft sind von W. Koster [2]) einer eingehenden Controle unterworfen worden, welche ihn zu dem Schlusse führte, dass die Differenzen der Resultate, welche wir aus den neu interpretirten Weber'schen Versuchen an der Wade und den unsrigen an den Beugemuskeln des Arms und den Extensoren des Unterschenkels gewonnen haben, durch weitere Correctionen noch herabgesetzt werden können. Ich brauche nicht zu versichern, wie erfreulich mir dies Resultat gewesen sein würde. Ich bedaure daher nach genauer Ueberlegung es fast gar nicht begründet finden zu können. Ich will dies in Betreff der Punkte hier beweisen, die den bedeutendsten Unterschied machen würden.

In den Weber'schen Ansätzen glaubt Koster noch ausser dem, was wir bereits berichtigt haben, einen bedeutenden Fehler entdeckt zu haben, der ebenfalls das Resultat noch zu klein hätte ausfallen lassen. Es ist ihm nämlich aufgefallen, dass der in Rechnung gesetzte Querschnitt der Wadenmuskeln grösser sei als der Durchschnitt eines ganzen kräftigen Unterschenkels und er hat desshalb einen anderen, bedeutend kleineren durch Ausmessung der Schnittfläche jener Muskeln an einer Durchschnittsabbildung aus dem Atlas von Nuhn gewonnen und substituirt. Dabei ist übersehen, dass es sich hier um etwas Anderes handelt als den natürlichen Querschnitt des Muskels, um einen Querschnitt in physiologischem Sinne, der in der That einmal viel grösser sein kann

---

[1]) Knorz, Diss. Marburg 1865. Diese Zeitschr. III. Reihe. Bd. 24.

[2]) Bijdragen tot de Kennis van het mechanisme van't lichaam. III. De bepaling van het maximum der Kracht van de levende spier. Der Titel der Zeitschrift, in welcher sich der Artikel findet, ist auf dem mir gütigst zugesandten Separatabdruck nicht angegeben.

als jener. Es handelt sich ja für die vorliegende Frage, wo von Querschnitt des Muskels die Rede ist, um ein Maass für die Kraft oder für die Menge seiner Faserbündel, von welcher diese Kraft abhängt, also um die Summe des Querschnitts aller seiner Faserbündel. Dafür kann nur dann ein natürlicher Querschnitt des Muskels gelten, wenn alle seine Faserbündel an einer Stelle nebeneinander liegen, aber nicht bei solchen gefiederten Muskeln, deren Fasern ihrer ganzen Länge nach zum Theil gar nicht nebeneinander zu liegen kommen. Wenn wir uns von ihnen einen Querschnitt vorstellen wollen, der die Vereinigung aller ihrer Fasern in sich darstellt, so müssen wir uns dieselben erst alle in ein Prisma nebeneinander gerückt denken und dies kann möglicher Weise viel breiter als hoch sein, wenn der Muskel in seiner natürlichen Gestalt auch länglich ist, der Querschnitt desselben kann grösser sein als die Dicke des Muskels an irgend einer Stelle. Durch directe Beobachtung ist der Querschnitt in diesem Sinne nicht zu bestimmen, wohl aber durch Rechnung, indem die Höhe jenes in Gedanken construirten Prisma durch die Länge der Muskelfasern (die übereinstimmende oder durchschnittliche) gegeben ist, sein Volum aus dem Gewichte der Muskelsubstanz folgt. Auf diesem Wege hat desshalb Ed. Weber und haben auch wir in allen jenen Versuchen diese Grösse bestimmt. Offenbar gehören nun gerade die Wadenmuskeln, insbesondere der Soleus zu den stark gefiederten Muskeln, in denen so viele kurze Fasern vereinigt sind, dass sie längst nicht alle in demselben natürlichen Querschnitte zusammen kommen, bei denen jenes Prisma sehr kurz und breit sein würde, obgleich die natürliche Gestalt länglich ist. Ihr Querschnitt in dem Sinne, worauf es hier ankommt, kann also sehr wohl mehrmals so gross sein als ein Durchschnitt der Gestalt des Muskels an irgend einer Stelle.

Eine andere hiermit nahe zusammenhängende Ungenauigkeit finde ich aber allerdings jetzt in der Bestimmung der Grösse der Kraft jener Muskeln, die einen Fehler in demselben Sinne, wie ihn Koster hat beseitigen wollen, bedingt haben muss. Wir haben bisher und in allen Beispielen keine Rücksicht auf die Convergenz der Fasern innerhalb desselben Muskels genommen, die doch eine Verringerung des resultirenden Zuges aus dem aller zu einem Muskel vereinigten Fasern zur Folge haben muss. Wir haben sie vernachlässigt, weil sie im Allgemeinen gering ist. Offenbar aber ist sie bei keinem der benutzten Muskeln so bedeutend wie beim Soleus, an welchem in seinen untersten Ursprungsportionen Fasern

vorkommen, deren Verlauf, wenn er verkürzt ist, sich fast der horizontalen Richtung nähert und also zu dem Zuge an der verticalen Sehne kaum noch etwas beitragen kann. Die Würdigung dieses Umstandes muss uns offenbar dahin führen, das Resultat aus den Weber'schen Versuchen an der Wade auch nach unserer Berichtigung für noch etwas zu klein zu halten. Genau ist diese Ungenauigkeit aber schwer zu bestimmen.

Der Hauptfehler, welchen Koster in der Verwerthung der eigenen Versuche von Knorz an den Extensoren des Unterschenkels aufgefunden haben will und welcher es erklären soll, dass auch hier das Resultat kleiner ausfiel als das aus denen am Arm, liegt darin, dass die Wirkung aller drei Muskeln, welche von der Vorderfläche des Unterschenkels zum Fussrücken herabgespannt sind, als an der Erhaltung der Dorsalflexion desselben Theil nehmend voll mit in Rechnung gesetzt ist. Koster meint der Theil von ihnen, welcher sich an die Zehen inserirt, sei schon anderweitig bei jenen Versuchen beschäftigt gewesen, indem die Festhaltung der Schlinge, die das Gewicht trug, auf der Spitze des Fusses auch eine etwas angestrengte Dorsalflexion der Zehen erfordert hätte. Dies ist richtig; denn ohne eine solche hätte die Schlinge von dem Gelenkkopfe des Metatarsus I. leicht nach vorn abrutschen können. Dies würde aber nur dann eine Wirkung der dazu gebrauchten Muskeln auch auf das Sprunggelenk ausschliessen oder vermindern, wenn es sich um Bestimmung von Arbeitsleistungen durch Bewegung erst des einen, dann des andern Gelenks gehandelt hätte. Wir haben es ja aber hier mit einem rein statischen Problem zu thun und da kann dieselbe Kraft sehr wohl in Bezug auf die Stellung von zwei verschiedenen Gelenken zugleich einer andern das Gleichgewicht halten. Man müsste sonst mit demselben Rechte, wie Koster die Kraft jener Muskeln auf beide Aufgaben vertheilen will, auch die Wirkung der Schwere in zwei Theile theilen, von denen der eine auf die grosse Zehe allein, der andere nur auf den ganzen Fuss wirkt und ihn im Sprunggelenke herabzuziehen strebt.

Nicht ganz so unbegründet sind wohl die Bedenken, die Koster gegen die Annahme des Hebelarms für die Wade bei Benutzung der Weber'schen Versuche und dessen für die Extensoren bei schon etwas gelockertem Lig. fundiforme in Rechnung ziehen will. Ich übergehe sie aber, weil sie doch

jedenfalls nur einen sehr geringen Unterschied machen würden. [1])

Darin stimme ich indessen ganz mit Koster überein, dass im Ganzen von den drei vorliegenden Versuchsarten, die mit den Beugemuskeln des Arms das meiste Vertrauen verdiente, weil sie die genaueste Ausführung zuliess und auch die Bestimmung der anatomischen Grössen hier doch keine grobe Fehler einschliessen konnte. Koster hat diese Versuche mit seinen Studenten in Utrecht wiederholt und daraus, ohne einen wesentlichen Unterschied zwischen linkem und rechtem Arm zu finden, die Kraft für den □Centim. Querschnitt auf 7,4 Kilogramme berechnet. Bei Knorz ergab die Berechnung aus den Versuchen mit dem linken Arme 7,38. aus denen mit dem rechten beinahe 9, im Mittel etwas über 8 Kilogramme. Wenn man bedenkt, dass bei den Versuchspersonen von Knorz (deutschen Corpsburschen) die Muskeln des rechten Arms durch das Fechten übermässig entwickelt waren, dass dagegen Koster, wo dieser Einfluss nicht vorlag, gar keinen namhaften Unterschied beider Seiten bemerkbar fand, so hat er nicht Unrecht, vielmehr das Resultat von Knorz aus den Versuchen mit dem linken, als das Mittel oder gar das aus denen mit dem rechten Arme zur Vergleichung heranzuziehen, und dann lässt die Uebereinstimmung nichts zu wünschen übrig. Dies ergäbe also in runder Summe etwa 15 Zollpfund.

Dennoch kann ich nach dem Obigen nicht ganz zugeben, dass das bedeutende Zurückbleiben des Resultats aller Versuche vom Beine hinter dieser Grösse ganz aus Fehlerquellen, welche bei denselben eingewirkt haben, zu erklären sein soll, Da nun ebenso wenig eine specifische Differenz der Leistungsfähigkeit zwischen Arm- und Beinmuskeln anzunehmen ist, sondern höchstens eine etwas grössere Leichtigkeit, die ersteren als die letzteren durch den bewussten Willen zum Maximum der Leistung zu veranlassen, so bleibt als wichtigster Erklärungsgrund des verschiedenen Ergebnisses der schon früher hervorgehobene Umstand, dass in beiden Versuchsarten am Beine die betreffenden Muskeln ihrer vollen Verkürzung offenbar näher waren als die bei der Untersuchung am Arm, da

---

[1]) Für den ersteren Fall scheint die Differenz freilich nicht ganz unerheblich, wenn man die schematische Figur ansieht, die Koster dazu giebt. Dies kommt aber nur daher, dass sie in sehr unnatürlichen Verhältnissen gezeichnet ist, das Bein viel zu klein ist im Vergleich zu dem Fusse. Die etwaige Berichtigung ist auch hier nachträglich nicht mehr genau auszuführen.

mit der Verkürzung ohne Zweifel die noch wirksame Kraft abnimmt. Da diese Schwankung aber noch nicht näher untersucht ist, so können wir für die absolute Grösse unter mittleren Umständen nur ein mittleres aus den verschiedenen Resultaten ansprechen und setzen dasselbe gemäss seiner Unbestimmtheit in möglichst runder Summe auf 10—12 Zollpfund.

Schliesslich muss ich bei dieser Gelegenheit doch erwähnen, dass Meissner in seinem Jahresberichte für 1865 erklärt hat, sich nicht davon überzeugen zu können, dass der Irrthum in der Berechnung E. Weber's aus seinen Versuchen, welcher mich und Knorz veranlasste, derselben eine andere zu substituiren, wirklich vorliege. Da bis jetzt meines Wissens Meissner mit diesem Zweifel an der Berechtigung unserer Berichtigung unter den competenten Lesern allein steht, fühle ich mich bis auf Weiteres nicht verpflichtet, sie nochmals öffentlich zu begründen. Nur dagegen möchte ich mich vertheidigen, was Meissner andeutet, dass ich jenen Irrthum ohne Noth in Weber's Darstellung hineingelegt hätte. „Das Unmögliche“, welches ich in derselben fand, ist allerdings an keiner einzelnen Stelle deutlich ausgesprochen. Natürlich nicht. Denn eben dann ist es nur möglich, dass auch einem Manne wie E. Weber einmal ein solches Versehen mit unterläuft, wenn es nicht zum deutlichea Aussprechen desselben bei ihm kommt, wovon ja die Folge sein müsste, dass er es bemerkte. Dass es aber gemacht ist, folgt ohne ausdrückliche Erklärung eines falschen Grundes in den Worten irgend einer Stelle einfach aus dem Gebrauch, der von den aus der Beobachtung gewonnenen Zahlen in der Rechnung gemacht ist. Wenn Meissner diesen in Weber's Fassung noch immer für „vollkommen klar und richtig“ hält, so möchte ich wohl wissen, mit welchem Grunde er denn die Umdeutung, welche wir an die Stelle gesetzt haben, für falsch hält. Denn eine von beiden kann doch nur richtig sein, wie die Verschiedenheit des Resultates beweist. Und diese ist allerdings so gross, dass, wenn wir hierin Unrecht hätten, noch eine andere Erklärung für die ungeheueren Differenzen der Ergebnisse der verschiedenen Versuche nöthig wäre, während sie sonst doch schon leidlich stimmen.

## VI. Die Eintheilung der langen Rückenmuskeln. Ein Vorschlag zur Güte.

Meine Herren Collegen und solche, die es werden wollen! Ich bin wahrhaftig im Ganzen kein Freund von Neuerungen, und wären es auch offenbar Verbesserungen, in Eintheilung und Nomenclatur. Wenn aber ein Gegenstand sprichwörtlich geworden ist als Schrecken für Lehrer und Schüler und wenn man Grund hat anzunehmen, dass daran eine unnöthig wenig übersichtliche Eintheilung und Nomenclatur Schuld ist, so wird es der Mühe werth in derselben aufzuräumen, und dieser Fall liegt bei den langen Rückenmuskeln vor. Henle hat bereits in seiner klassischen Beschreibung stark darauf hingearbeitet, dem Wust von wenig ausgezeichneten Muskeln und unnöthig viel variirten Namen derselben ein consequenter und klarer disponirtes Schema zu substituiren. Aber man kann nicht leugnen, dass es für einen simpeln bequemen Hausgebrauch noch nicht viel handlicher ist als der alte Urväterhausrath. Dies hat seinen Grund in dem von Henle gewählten, mehr sinnreichen als handgreiflichen Eintheilungsprincip. Es ist das morphologische. Von der Analogie der immer wiederkehrenden Theile aller Wirbel ausgehend, welche die osteologische Beschreibung belebt und übersichtlich macht, sind die an analogen Stellen inserirten, also auch in ähnlichen Richtungen ansteigenden Muskeln als Complexe gleichwerthiger Fasern zusammengefasst. Da nun aber in den verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule die Beweglichkeit der Gelenke viel grösseren Schwankungen unterliegt als die Form der Knochen, und da Muskeln viel leichter zusammenfliessen oder sich trennen als Knochen, so werden die Muskeleinheiten jener Eintheilung nur bei Fischen und Schlangen ohne Zweifel sehr rein durchzuführen sein, beim Menschen aber theils mehr zerfallen, theils zusammenschmelzen. Der Semispinalis capitis ist von dem der übrigen Wirbel vollkommen getrennt, letzterer vom Multifidus nicht; der Spinalis dorsi vom Sacrospinalis (Longissimus) gar nicht.

Das Princip, nach welchem man sonst die Muskeln eintheilt, und welches meist ebenso bestimmt anatomisch durchführbar wie physiologisch befriedigend ist, das Princip, dass Ein Muskel der Complex von Fleischfaserbündeln ist, welcher sich als solcher von den benachbarten mit dem Messer rein lospräpariren lässt, und welcher, was damit zusammenfällt, im Leben auch rein getrennt von ihnen hat wirken können, ist

freilich bei den langen Rückenmuskeln desshalb nicht so sicher anwendbar, weil es bekanntlich bei verschiedenen Individuen sehr verschieden ist, wie viele von den langen, an einzelnen Wirbeln inserirten Muskelstreifen sich in der Art, wie es der Name des Multifidus ausdrückt, verschmolzen aneinander, oder frei nebeneinander legen, und also eine Consequenz nur darin zu finden wäre, dass man entweder alles trennt, was je trennbar, oder Alles zusammenfasst, was je zusammenhängend ist, und so würde man entweder eine ungeheure Menge oder beinahe nur einen einzigen Muskel erhalten. Es scheint mir aber nicht so schwierig aus diesem Dilemma heraus zu kommen, dass man zu einem ganz neuen Eintheilungsgrunde flüchten müsste. Es scheint mir leicht im Anschlusse an das, was sich gewöhnlich als zusammenhängend oder nicht erkennen lässt, zu einer Unterscheidung einiger weniger Hauptstränge zu gelangen, die sowohl topographisch als ihrer Wirkung nach sich nahezu ebenso deutlich und selbstständig abgrenzen, wie Extremitätenmuskeln. Was die Wahl der Benennungen für dieselben betrifft, so wäre es ja gewöhnlichem Gebrauche gemäss aus der Fülle der vorhandenen die möglichst bequemen auszusuchen. Aber gerade wo diese Fülle so gross ist, kann eine halbe Umdeutung einer Auswahl aus derselben die Verwirrung nur vermehren und will ich mir lieber erlauben Tabula rasa zu machen und neue zu erfinden, zumal die alten doch auch an sich meist sehr unbehülflich sind.

Also denn: Man kann den ganzen langen Fleischstreifen, der bedeckt von den Serrati postici, der sie verbindenden Andeutung einer zusammenhängenden Fascie u. s. w., an der Hinterseite der Wirbel und der Rippen bis zu ihren Winkeln anliegt, in vier Muskeln zerlegen durch eine doppelte Zweitheilung erstens der Länge nach und zweitens in obere und untere Abschnitte. Ich will die oberen Longus muchae, die unteren Longus dorsi nennen, nach der Längstheilung aber je den einen internus, den andern externus. Die Längstheilung ist nicht neu und sehr natürlich. Die Unterscheidung eines inneren und äusseren Stranges charakterisirt sie nicht so sehr in dem alt anatomischen Sinne (wofür man nach Henle bestimmter jetzt medial und lateral sagt) als vielmehr in dem natürlichen, gleichbedeutend mit oberflächlich und tief, weil der eine den andern bedeckt, wie bei den beiden schiefen Bauchmuskeln. Wie diese haben auch hier die beiden Schichten eine, nur viel steilere, einander entgegengesetzt schiefe Verlaufsrichtung, der innere aufwärts der Mittellinie

sich nähernd (daher Transversospinalis, Henle), der andere mit einer kleinen Ausnahme von ihr abweichend. Die oberen und unteren Theile jedes Längstranges sind nicht so scharf und deutlich gesondert, aber in ihren starken Abschnitten doch auch sehr entschieden gegeneinander ausgezeichnet, da die eigentlich bedeutenden Muskelbäuche hinter den erheblich beweglichen Wirbeln am Hals und der Weiche des Bauches liegen, wo sie breit und fest am Becken und Kopf sich inseriren, und nur mit viel weniger bedeutenden Streifen auf- und abwärts über den Thorax hin nebeneinander auslaufen. Nun sieht man schon leicht, wie die vier Muskeln heraus kommen:

Longus dorsi internus umfasst den Multifidus, die Semispinales dorsi und cervicis und die Rotatores, lauter untereinander eng verbundene und gleichgerichtete Stränge, die sich sehr oft an der Leiche gar nicht von einander trennen lassen und gewiss eben so wenig im Leben getrennt von einander wirken, d. h. nicht nach der alten Trennung, deren Namen ich eben aufzählte, sondern nur etwa nach oberen und unteren Portionen von allen.

Longus dorsi externus ist der Sacrospinalis mit dem Spinalis dorsi, dessen unteres Ende mit ihm stets ebenso zusammenhängt, wie die Bäuche der beiden Abtheilungen, Iliocostalis und Longissimus. Die oberen Ausläufer wird man natürlich stets fortfahren müssen zu unterscheiden, etwa als Portio costalis, spinalis und longissima, wovon letztere am meisten die Eigenschaft hat sich in ihrer sehr langen dünnen Fortsetzung bis zum Processus mastoides hinauf zuweilen sehr zu zersplittern (Longissimus cervicis und capitis, Henle, Transversalis und Trachelomastoideus, Autt.), wobei die ganze Anordnung der Insertionen aber immer fortläuft.

Longus nuchae internus ist der eigentliche Hauptnackenmuskel zu beiden Seiten des Ligamentum nuchae, Semispinalis capitis, der nach unten in Hals- und Brustursprünge (Complexus und Biventer) zerfallend über den Longus dorsi internus hin ausläuft. Hier ist allerdings der Zusammenhang zuweilen ein ziemlich naher zwischen seinen Ursprüngen und denen des unteren, dessen Ansätze sich bis zum Epistropheus hinauf erstrecken. Aber dadurch, dass erstere nun in einen dicken Bauch zusammengefasst über den Atlas und die vier kleinen Muskeln weg zum Schädel überspringen, ist der Nackenmuskel als solcher vollkommen abgesondert.

Longus nuchae externus ist einfach der ganze alte Splenius. Er ist auch im Ursprunge gegen den grossen von unten

herauf kommenden äusseren Rückenmuskel dadurch vollkommen abgegrenzt, dass seine Bündel oberhalb der wenigen an Dornfortsätzen in der Mitte der Brust inserirten Bündel desselben (Spinalis) wieder von solchen ausgehen und dadurch schräger laufen als die an den Hals hinauf reichenden Portionen von jenem neben ihnen (Longissimus cervicis und capitis).

Es bedarf keiner weiteren Ausführung, wie bequem sich von diesem einfachen Grundschema ausgehend die nähere Beschreibung der einzelnen Abschnitte beliebig weiterführen lässt und doch das Gesammtbild dabei immer ein übersichtliches bleiben muss. Nur darauf will ich noch kurz hindeuten, wie einfach sich auf diese Eintheilung der Muskeln auch eine einfache Unterscheidung ihrer Wirkungen gründen lässt. Die beiden Interni zusammen sind die reinsten Extensoren, die beiden Externi wirken auch auf die Seitenbewegungen. Die beiden unteren, Longi dorsi zusammen wirken nur auf den Mechanismus der Beugewirbel (Henle) mit ihren Syndesmosen und kleinen Bogengelenken, die oberen, Longi nuchae auf die beiden Hauptbewegungen der von den Drehwirbeln gebildeten grösseren Gelenke, der Internus um die quere Achse, zwischen Atlas und Schädel, der Externus um die senkrechte, zwischen Atlas und Epistropheus, wozu selbst die unbedeutende Verlängerung des Longus dorsi externus bis an den Schädel hinauf bei ihrem Seitwärtshinansteigen nicht mehr mitwirkt.

---

# Die vitale Lungencapacität und ihre diagnostische Verwerthung.

Von

Dr. **C. W. Müller** in Wiesbaden.

---

Die Idee Hutchinson's, die Quantität Luft, welche ein Mensch nach einer möglichst tiefen Inspiration mit aller Anstrengung exspirirt, in einem Gasometer aufzufangen und zu messen oder, mit andern Worten, die vitale Lungencapacität mit Hülfe des Spirometers zu bestimmen, musste nicht blos als eine für den Physiologen und Anatomen fruchtbringende begrüsst werden, sondern es lag auch der Gedanke nahe, dass sie für den Kliniker von praktischem Nutzen sein könne. Wenn man sich vergegenwärtigt, dass derselbe Raum, der im Spirometer in einfacher Form und in einfachen Grenzen leicht zu übersehen ist, die Summe aller so verschieden gestalteten luftfassenden Räumlichkeiten der Lunge repräsentirt nach Abzug einer relativ constanten Residualluft, so sollte man meinen, dass daraus eine viel unmittelbarere Auskunft darüber zu gewinnen sei, ob in jenen Localitäten Alles normal sei oder nicht, als mit unseren übrigen diagnostischen Hülfsmitteln. Denn seien die Bronchien durch katarrhalische Schwellung verengt, durch ödematöse Durchtränkung der Muskelcontraction beraubt oder zu völligen Ektasien entartet; sei das Lungengewebe tuberculös infiltrirt oder cirrhotisch geworden oder ganz ulcerirt und geschwunden, oder sei es emphysematös ausgedehnt und der Elasticität verlustig gegangen; seien es Verwachsungen der Pleurablätter, welche am einen Ort eine Entfaltung verhindern, am andern eine vicariirende Ausdehnung veranlassen; oder endlich seien es collabirte oder durch Compression luftleer gewordene und nicht zu entfaltende

Lungenpartieen — vielleicht oft schon lange ehe die physikalische Diagnostik eine Erkrankung nachweisen kann, muss sich eine mit der Lunge in Beziehung stehende Abnormität innerhalb der Brusthöhle durch das Spirometer zu erkennen geben. Freilich wird das damit gewonnene Resultat stets nur den Ausspruch erlauben, dass etwas krank sei: den Sitz und die Art der Erkrankung zu bestimmen, ist Sache der übrigen diagnostischen Kunst; aber zweitens auch ein Ausspruch über den Grad und den Fortschritt des Leidens wird von der Spirometrie zu erwarten sein.

Alles dieses setzt jedoch voraus, dass es für jeden Menschen ein bestimmtes normales Maass der vitalen Lungencapacität geben müsse, und dass uns Mittel zu Gebote stehen, dieses Maass für jedes einzelne Individuum im eventuellen Fall sofort bestimmen zu können. Es genügt nicht, das Factum zu constatiren, dass aus diesen oder jenen Gründen im gegebenen Fall eine geringere vitale Capacität zu erwarten steht, und dass diese Erwartung sich wirklich durch eine gering scheinende Spirometergrösse bestätigen lässt — es gehörte dann das Factum nur in die Reihe jener pathologisch-anatomisch interessanten Fälle, mit denen sich vor der Hand nichts anfangen lässt; nein, soll die vitale Lungencapacitität für Diagnose und Prognose verwerthet werden, so muss in jedem gegebenen Fall einem Individuum im Voraus zugemuthet werden können, dass es ein bestimmtes Quantum Luft in das Spirometer zu blasen habe. Danach ob es diese Zumuthung ganz oder nur theilweise erfüllt, lässt sich dann ein sichrer Schluss gewinnen, ob und in welcher Ausdehnung eine Erkrankung vorliege.

## I. Abschnitt.

## Verhältniss der Lungencapacität zu Körper und Rumpf.

Die Voraussetzung, dass einem jeden Menschen eine seinem Körper entsprechende Lungencapacität zukomme, dürfte leicht a priori zugestanden werden, wenn wir bedenken, dass die Gefässvertheilung in dem Lungengewebe zum Zweck der Athmung, der Ernährung, des Stoffwechsels doch sicher im Verhältniss zur Grösse der Blutvertheilung im übrigen Körper von Haus aus angelegt sein muss, und wenn wir uns erinnern, wie in pathologischen Fällen eine Beeinträchtigung oder ein theilweiser Ausfall in ersterer eine Rückwirkung auf letztere und damit auf den ganzen Organismus stets im Gefolge hat.

Dem entsprechend sehen wir auch einen ganz genau durch das Zwerchfell abgegrenzten Theil des Rumpfs jenem zum vegetativen Leben in unmittelbarster Beziehung stehenden Organe zugewiesen. Ist dies aber der Fall, so dürfte auch die zweite Annahme, dass wir am Körper vielleicht Grössenwerthe und Maasse finden, die jenes sein Verhältnis zum Lungenraum näher erläutern, als eine von vorn herein plausible erscheinen. Suchen wir daher zunächst eine Vorstellung darüber zu gewinnen, wo wir jene Maasse zu suchen haben.

Zunächst könnte man an das Volum oder Gewicht des ganzen Körpers denken und eine Beziehung zwischen diesen und der Lungengrösse ermitteln wollen. Abgesehen davon, dass die Bestimmung des ersteren eine für die Praxis viel zu complicirte ist, herrscht gerade bei diesen beiden Grössen eine solche Variabilität bei ganz derselben Lungenbeschaffenheit, dass schon bei oberflächlicher Betrachtung eine Proportion sich als unmöglich herausstellt. Zudem aber sehen wir diese Proportion häufig eine umgekehrte werden, da mitunter gerade bei beginnender Rareficirung des Lungengewebes (Emphysem) in Folge mangelhafter Oxydation der Eiweisskörper massenhafte Fettablagerung, also Zunahme des Körpervolums und -Gewichts eintritt. Wenn also Hutchinson zu dem Resultate kam, dass das Körpergewicht nur bei fetten Individuen und zwar in umgekehrt-proportionaler Weise einen Schluss gestatte, wenn Arnold die Capacität nicht immer dem Körpergewicht proportional fand, so war dies, wie Funke bemerkt, a priori nicht anders zu erwarten.

Constantere Maasse können wir nur an der festen Grundlage der organischen Körpermasse, am Skelette suchen. Indem hierbei von der Verwerthung des Gewichts begreiflicher Weise abzusehen ist, kann es sich nur um räumliche Grössenmaasse handeln. Zuerst nun hat Hutchinson (1846) die Länge des ganzen Körpers in ein Verhältniss zur Lungencapacität zu bringen versucht. Simon (1848) und Arnold (1853) wiederholten diesen Versuch. Dass ihre Resultate praktisch nicht zu gebrauchen sind, hat die Erfahrung gelehrt. — Hier ist nun der Ort, die Frage aufzuwerfen, ob wir überhaupt erwarten dürfen, in Maassen, welche dem ganzen Körper entnommen sind, eine Beziehung zur Lungencapacität zu finden. Wenn auch sicher ein gewisses Verhältnis zwischen Lungen- und Körpergrösse statthaben muss, so fragt es sich doch, ob denn diese Beziehung in allen räumlichen Ausdehnungen des letztern so gleichmässig ausgedrückt ist, dass es gestattet wäre, nur ein einziges räumliches Maass zu berücksichtigen.

Zeising, der in seiner „Proportionslehre der menschlichen Gestalt“ den mathematischen Ausdruck des Schönen im Gesetz des goldnen Schnittes finden will und eben dieses Gesetz sowohl an dem ganzen Körper wie an den einzelnen Theilen zu demonstriren versucht hat, bemerkt dabei, dass es ein von einer Menge wirklich schöner weiblicher und männlicher Individuen abstrahirtes mittleres Ideal sei, das sich bei keinem vollkommen realisirt fände. Wenn das bei anerkannt schönen Körpern der Fall ist, wie wenig ausgeprägt wird ein relativ gleiches Verhältniss zwischen den einzelnen Theilen untereinander und zum ganzen Körper bei der übrigen grossen Mehrzahl zu erwarten sein. Und doch ist nur im entgegengesetzten Fall gestattet, ein einzelnes Körpermaass als Repräsentant des ganzen Körpers in die Rechnung einzuführen. Mit demselben Recht als man der verticalen Axe eine Beziehung zur Lungencapacität vindicirt, kann man auch die transversale Axe als maassgebend in Anspruch nehmen; und es ist durchaus nicht weniger Willkür bei dem Verfahren, das vom Scheitel bis zur Sohle misst, als bei jenem, das ein Maass vom Akromion der einen Seite bis zur Vola manus der anderen zu Grunde legt oder auch ein solches vom Scheitel bis zur Hohlhand. Vielleicht wird man diese letzte Art zu messen desshalb von der Hand weisen wollen, weil mit dem durch sie gewonnenen Maass ja nicht einmal implicite irgendeine Andeutung auf den Theil des Körpers gegeben sei, der die Lunge beherbergt, und den man vor Allem berücksichtigen müsse.

Es führt uns dieser Einwand auf die zweite Frage: ob, eine gewisse Proportion des Gesammtkörpers zum Lungenraum zugestanden, diese Beziehung auch zu allen Theilen des Körpers so gleichmässig ausgesprochen ist, dass es einerlei wäre, ob ich mich an Maasse etwa allein des Rumpfes oder allein der Extremitäten oder auch an eine willkürliche Vereinigung beider halte; oder ob jene Beziehung des Lungenraums nicht vielmehr eine engere sein möchte zu dem Theil des Körpers, der ausser der Lunge noch andre hinsichtlich des vegetativen Lebens gleichartige Organe einschliesst d. h. eine engere zum Rumpf als zu Theilen, die in weiten Grenzen variiren können, ohne dass die Functionen des Organismus auch nur im Geringsten alterirt würden, wie dies bei den Extremitäten der Fall ist. Ihre physiologische Bedeutung liegt in einer ganz andern Sphäre als diejenige der Brust- und Bauchorgane. Und wie die Anlage der Extremitäten nicht nur bei den verschiedenen Thiertypen, sondern auch im Typus der Vertebraten dem mannichfachsten Wechsel unter-

worfen ist, so hat auch beim Menschen in diesen Körpertheilen, deren Grösse und Gestalt mit der Möglichkeit und Erhaltung des Lebens in keinem wesentlichen Zusammenhang steht, die Natur sich mehr oder weniger Abweichungen von dem Gesetz des Schönen erlaubt. Schon die oberflächlichste Musterung einer Reihe männlicher Körper zeigt uns die extremsten Verhältnisse zwischen Länge, überhaupt Formation des Rumpfes einerseits und der Extremitäten andrerseits und doch dabei die vollkommenste Gesundheit die ganze Reihe hindurch. Wie unzuverlässig die Taxation der vitalen Lungencapacität ohne Berücksichtigung des Rumpfes nach einfacher Vergleichung der Körperlängen ist, habe ich in zahlreichen Fällen besonders beim weiblichen Geschlechte erfahren, das durch Legen der Taille und sonstige Künste der Toilette, sowie sie von der modernsten Proportionslehre und dem neuesten Modestyl vorgeschrieben sind, die abweichenden Proportionen zu verdecken weiss. Erst wenn ich durch die betreffenden Maasse des Rumpfs diese Simulation und Dissimulation ausgegeschlossen hatte, war es mir möglich die Spirometergrösse nach Vergleichung mit einem analogen bereits bekannten Fall annähernd vorauszusagen. So sind in der unten folgenden Tabelle No. *83* und No. *114*, wie man sagt, Kopfsgrösser als No. *99*, trotzdem hat No. *99* eine vitale Lungencapacität welche 450 Ccm. mehr als die von No. *83*, und nur 50 Ccm. weniger als die von No. *114* beträgt. Es verstehen sich diese Thatsachen nur aus den betr. Maassen des Rumpfes. Das allgemeine Erstaunen der unbefangen nach der Grösse urtheilenden Colleginnen über die ihnen unglaublich hoch scheinende Zahl des doch so kleinen Geschöpfs musste einem unmittelbar zu Bewusstsein führen, wie durchaus unrichtig die Berücksichtigung von Maassen ist, welche die Extremitäten mit in sich begreifen. Da ich diese Erfahrung aber und abermals machen musste, so hielt ich es für überflüssig, die Körperlängen überhaupt zu notiren — zumal es sich gezeigt hat, dass sie praktisch nicht zu verwerthen sind — und ich richtete mein Augenmerk nur auf den Rumpf als auf denjenigen Theil des Körpers, der mir allein in einer wirklich constanten Beziehung zum Lungenraum zu stehen schien.

Sind wir nun aber zu dieser Präsumption gelangt, so zeigen auch hier die Formationen des Rumpfs bei verschiedenen Individuen die mannichfachsten Verhältnisse. Der eine ist schlank gebaut und mit schmaler Brust, der andre kurz untersetzt mit breiten Schultern; ausserdem noch kann der 3., der

sagittale, Durchmesser des Thorax variiren. An welchen der 3 Durchmesser sollen wir uns halten? Arnold will für die Höhe des Rumpfes einen weniger regelmässigen Einfluss auf die vitale Capacität gefunden haben als für die Höhe des ganzen Körpers: aber der Brustumfang (welcher also den transversalen und sagittalen Durchmesser zugleich repräsentirt) soll dieselbe Beziehung zu derselben zeigen wie die Körperlänge; Vogel will demselben nur einen geringen, Hutchinson sogar gar keinen Einfluss zuerkennen. Der Grund dieser Meinungsverschiedenheiten liegt offenbar in der einseitigen Berücksichtigung eines einzelnen Durchmessers: je nachdem die untersuchten Objecte, dem Ideal der Schönheit sich nähernd, nur in geringeren Grenzen variirende Proportionen zwischen den verschiedenen räumlichen Ausdehnungen darboten, zeigten die Einzelmaasse für sich eine gewisse Uebereinstimmung in ihrer Beziehung zum Lungenraum; waren jene Proportionen zwischen den Einzelmaassen weniger regelmässig ausgeprägt, so zeigt sich nur ein geringer Einfluss des Einzelmaasses auf die Capacität; waren sie gar nicht vorhanden, so konnte überhaupt kein Gesetz durch das betreffende Maass angezeigt sein. Offenbar stehen Gestalt und Grösse der den Rumpfinhalt ausmachenden Organe in einem ganz nahen Zusammenhang mit Gestalt und Grösse seiner äussern Grenzen. Ist der Rumpf schmal, so müssen, soll das gleiche Resultat erzielt werden, Längs- und Sagittal-Durchmesser compensirend eintreten, und so kann eine schmale, aber hohe und gewölbte Lunge oder Leber etc. dasselbe leisten, als eine breite, aber niedrige und flache. Kurz es scheint uns unbedingt nothwendig zu sein, dass für ein allgemein-giltiges Gesetz über die Beziehung des Lungenraums zum ganzen Rumpf, sämmtliche 3 Ausdehnungen des Raums berücksichtigt werden. — Zu dem gleichen Resultat wird uns eine mehr mathematische Betrachtung dieser Beziehung führen, und es möge uns hierbei eine grössere Ausführlichkeit erlaubt sein, damit wir später auf die Einzelheiten verweisen können.

Die Lungencapacität ist eine in Cubikmaass ausgedrückte Grösse und stellt einen Theil vom Cubikinhalt des Rumpfes dar. Wäre dieser Theil eine für jeden Rumpf constante Grösse, so liessen sich Gesetze, welche für die Vergleichung der Rumpfinhalte gefunden werden, unmittelbar auch für die Lungencapacitäten in Anwendung bringen. Sehen wir, was für Gesetze sich hier etwa aufstellen lassen.

Wir können den Rumpf füglich als einen Cylinder betrachten, dessen Endflächen durch den mittleren Thoraxumfang

umschrieben werden, und dessen Höhe durch die Länge der Wirbelsäule zwischen der Vertebra prominens und der Steissbeinspitze ausgedrückt ist.

1. darf dann nach allbekannten stereometrischen Gesetzen der Cubikinhalt eines Rumpfs mit dem eines andern nur dann nach den Rumpfhöhen verglichen werden, wenn der Thoraxumfang beiderseits derselbe ist. Sind Rumpfhöhen und Rumpfumfänge gleich, so sind auch die Rumpfinhalte gleich.

2. folgt aus der Formel für den Cylinderinhalt ($r^2 \pi . h$), dass 2 Rumpfinhalte nur dann wie die Durchschnittskreise oder die Quadrate der Radien ($r^2 : r_,^2$) oder der Durchmesser ($d^2 : d_,^2$) dieser Kreise sich verhalten, wenn die Rumpfhöhen ($h$ u. $h_,$) gleich sind. Unrichtig aber würde es sein, selbst die letzte Bedingung der Höhengleichheit zugegeben, 2 Rumpfinhalte einfach nach deren Umfängen ($p$ u. $p_,$) zu vergleichen, da das Verhältnis $d^2 : d_,^2$ nicht gleichbedeutend ist mit $p : p_,$.

3. Da man die Formel für den Cylinderinhalt $r^2 \pi . h$ umwandeln kann in die Formel $\frac{r}{2} . ph$, so verhalten sich 2 Rumpfinhalte nur dann wie die Rumpfoberflächen ($ph : p_, h_,$ d. h. also ohne die beiden Endflächen), wenn die Radien und natürlich auch die Umfänge gleich sind. — Man darf also nicht meinen, dass, weil ein Verhältnis zweier Rumpfinhalte entweder einfach nach den Höhen oder nach den Rumpfperipherien, ohne dass weitere Bedingungen hinzukommen, sich als unmöglich herausstellte, nun die Producte aus Höhe und Umfang, $ph$ und $p_, h_,$, eine Combination beider Maasse darstellten, welche ein Verhältnis gestatte, etwa weil der Umfang $p$ die ausser dem $h$ noch fehlenden beiden andern Durchmesser (den transversalen und sagittalen) repräsentire. Ich erinnere zum Ueberfluss daran, dass die Gleichung: $ph = p_, h_,$ nicht dasselbe sagte wie die beiden Gleichungen: $p = p_,$ und $h = h_,$ — sondern dass sie nur zwei fertige Producte darstellt, deren Factoren durchaus noch nicht bestimmt sind. So ist die Oberfläche eines niedrigen breiten Cylinders, dessen $p = 90\square$, dessen $h = 1$ ist, = der Oberfläche eines hohen schmalen Cylinders, dessen $p_, = 1\square$ und dessen $h_, = 90$ — während der Inhalt des erstern niedrigen breiten = 644 Cub., der des hohen dünnen nur = 8 Cub. ist.

Für uns von Wichtigkeit ist die Uebertragung dieses Beispiels auf den Rumpf: ein schlankgewachsener Rumpf mit schmaler und flacher Brust muss bei gleicher Oberfläche einen

bedeutend geringern Cubikinhalt umschliessen als ein kurzer untersetzter Rumpf mit breiten Schultern und gewölbter Brust.

Kehren wir nun nach diesen etwas ausführlichen, aber zum Verständnis des Folgenden nothwendigen Auseinandersetzungen zu unserm Gegenstand zurück, so glauben wir mit den vorher entwickelten Sätzen zunächst ein für alle Mal eine Widerlegung der bisher aufgestellten Gesetze über die Beziehung der Lungencapacität zu irgendeinem einzelnen Körpermaass gegeben zu haben. Vor Allem setzen jene Gesetze ein ganz constantes Verhältnis zwischen Lungenraum und dem Cubikinhalt des Rumpfs oder Körpers bereits voraus, das erst zu erweisen war, und das so genau wie es hier vorausgesetzt wird, vielleicht gar nicht vorhanden ist, wie wir weiter unten sehen werden. Aber auch zugegeben, dass der Lungenraum bei jedem Individuum ein stets relativ gleicher Abschnitt vom ganzen Rumpfcylinder und Körper wäre, so sind noch weitere Voraussetzungen gemacht, die in Wirklichkeit ganz sicher nicht erfüllt sind.

Nämlich aus 1. pag. 163 folgt, dass Lungencapacitäten nur dann sich verhalten wie die Rumpfhöhen, wenn die Rumpfumfänge gleich sind. Dass Arnold kein Gesetz über den Einfluss der Rumpfhöhen finden konnte, ist hiernach nicht zu verwundern: die Rumpfumfänge aller Menschen sind eben nicht gleich. Dasselbe gilt aber auch von dem Gesetz über die Abhängigkeit der Lungencapacität von der ganzen Körperlänge — die vielen Ausnahmen und Widersprüche welche die Autoren selbst in Betreff des letzteren Gesetzes zugestehen, sind ebenfalls leicht verständlich. — Weiter ergiebt sich: nur wenn die 1. Voraussetzung über das Verhältnis des Lungenraums zum Rumpfcylinder so genau zuträfe, wie es diese Gesetze unterstellen, würde der Satz gelten „die Lungencapacitäten sind gleich, wenn die Rumpfumfänge und Rumpfhöhen gleich sind.“

Aus 2. p. 163 folgt, dass Lungencapacitäten nur dann sich verhalten wie die Durchschnittsflächen des Rumpfs oder die Quadrate der Durchmesser dieser, wenn die Rumpfhöhen gleich sind. Ein dritter und grosser Fehler aber ist, auch wenn letztere Bedingung ausser jener eingangsgenannten Hauptvoraussetzung wirklich erfüllt wäre, statt auf die Quadrate der Durchmesser $d^2$ und $d_,^2$ ein Gesetz einfach auf die Thoraxperipherien p und $p_,$ begründen zu wollen. Wenn also Hutchinson keinen Einfluss des Thoraxumfangs finden konnte, so ist dies dreifach begründet gegenüber dem Resultate, das Vogel und Arnold gefunden haben wollen, von denen

Ersterer nur eine geringe Beziehung, Letzterer dasselbe Verhältnis der Lungencapacität zum Thoraxumfang constatiren will wie zur Körperlänge.

Aus 3. pag. 163 folgt endlich, dass Lungencapacitäten nur dann sich verhalten wie die Rumpfoberflächen, wenn die Rumpfumfänge gleich sind. — Am ehesten allenfalls liesse sich noch der Satz verwerthen, dass bei gleichen Oberflächen von einem hohen schmalen Rumpf eine geringere Lungencapacität zu erwarten steht als von einem kurzen breiten.

Wir sind nun a priori zu dem Resultat gelangt, dass ein Gesetz hinsichtlich der Lungencapacität nicht auf ein Einzelmaass des Rumpfs, noch weniger des ganzen Körpers basirt werden kann, und es wird dieses Resultat auch durch die Empirie bestätigt. — Sehen wir aber auch einmal von der Erfüllung der obersten Bedingung, dem genau constanten Verhältnis zwischen Lungenraum und Cubikinhalt des Rumpfes ab, so dass die Gesetze über die vitale Capacität, so wie wir sie formulirt haben, ihre Richtigkeit hätten. Es würden dann z. B. bei gleichen Rumpfhöhen und Rumpfperipherien die Lungencapacitäten gleich sein. Es liesse sich aus einer Vergleichung von Reihen gleichartiger Fälle auch der relative Werth der einzelnen Resultate zum Zweck der Diagnose der Gesundheit oder Krankheit abwägen, die Grenzen bestimmen, und es könnten physiologisch ganz interessante Thatsachen offenbar werden: aber welch eine complicirte Tabelle von relativen Werthen für die verschiedenen in der Wirklichkeit vorhandenen Combinationen von Rumpfhöhen und Rumpfperipherien! Aber immer wäre dabei noch als Obersatz ein Gesetz von mehr absoluter Bedeutung aufgestellt, das über ein bestimmtes Verhältnis des Lungenraums zum ganzen Rumpf. Und wenn die vitale Capacität der Lunge praktisch verwerthet werden soll, so muss dieses Gesetz aufgesucht werden, das nur auf Maasse basirt ist, die in jedem einzelnen Fall dem betreffenden Individuum entnommen werden können, und einer weiteren Vergleichung und Berücksichtigung andrer Fälle nicht bedarf. Ich glaube, wir haben die Ueberzeugung gewonnen, dass es eine illusorische Aufgabe ist, eine praktische Verwendbarkeit der Capacität auf einfacherem Wege zu suchen.

Hiermit sind wir zu unserm eigentlichen Thema gelangt. Wir betrachten den Rumpf, wie schon oben geschehen, als einen Cylinder und den durch die vitale Capacität repräsentirten Lungenraum als einen Theil dieses Cylinders, und wollen also untersuchen, ob und innerhalb welcher Grenzen ein Verhältnis dieses Theils zum Gesammtcylinder besteht. Wir können

nun auch hier nicht eine Beziehung der Lungengrösse zu den variabeln Grenzen der äussern Weichtheile meinen, sondern nur zu einer durch die constanteren Maasse des Skeletts umschriebenen Raumgrösse. Als Höhe des Rumpfcylinders nehmen wir daher den Abstand von dem obern Ende des Proc. spinos. des 7. Halswirbels, der Vertebra prominens, bis zum untern Ende des Steissbeins. Die Peripherie können wir nur am Thorax suchen — aber weil wir die variabeln muskulösen und fetthaltigen Theile möglichst ausschliessen wollen, so werden wir die durch die horizontale Mammillarlinie gelegte Peripherie nicht benutzen dürfen, wie dies von Fabius geschehen ist, da sie beim männlichen Geschlecht schon bedeutende Schwankungen zeigt und beim weiblichen ganz unberechenbar ist; die am wenigsten von Weichtheilen umgebene Stelle des Thorax liegt beim Manne etwa 2 Finger breit unterhalb der Brustwarze, und ein durch sie gehender horizontaler Kreis kann auch nahezu als der mittlere Umfang des Thorax gelten. Es kreuzt jener Kreis die verticale Mammillarlinie oberhalb der 6. Rippe oder auf derselben, zieht über die Basis des Schwertfortsatzes und linkerseits etwas unterhalb des Spitzenstosses nach hinten, wo das Centimetermaass etwa 3 Querfinger breit von der untern Ecke der Scapula entfernt bleibt. Beim erwachsenen Weibe wird das umgelegte Messband durch die Mammae etwas herabgedrückt. Während nun beim Manne der etwas tiefer entnommene Umfang 1—2 Cm. weniger betragen würde, wird diese Differenz beim Weibe durch einen reichlichern Panniculus adiposus vollständig ausgeglichen. Ich bemerke hier gleich, dass sämmtliche Mädchen, welche von mir gemessen wurden, sich nicht zu schnüren pflegen, höchstens an Sonntagen auf ein Paar Stunden. Der Einfluss des Corsets auf die Verkleinerung unseres Maasses für den Thoraxumfang muss also noch näher eruirt werden; ebenso die entgegengesetzten Folgen, welche Schwangerschaft in Betreff der Erweiterung der untern Thoraxapertur dauernd nach sich zieht — keins der von mir gemessenen Mädchen ist schwanger gewesen.

Wir wollen hier nun gleich einige Andeutungen über die Methode des Messens selbst machen. Was das Entnehmen des Höhenmaasses betrifft, so lässt man hierbei das zu messende Individuum den Bauch einziehen, damit der Bogen der Lendenwirbelsäule verschwindet und das Centimetermaass nicht mehr als Sehne über diesen Bogen sich hinwegspannt, sondern gerade eben längs der ganzen Wirbelsäule aufliegt. Nimmt das betreffende Individuum diese schwach mit dem Oberkörper von der Verticalen nach vorn abweichende Stellung nicht nach

Wunsch ein, so genügt ein Druck mit der Hand auf den Bauch, um die richtige Stellung zu erzielen. Es darf der Rücken weder eine Concavität zeigen, noch mehr gekrümmt sein als nöthig ist, jene Concavität zu beseitigen: das Maass soll soeben überall aufliegen. Mitunter finden sich 2 Process. prominentes: es sind dies entweder der des 6. und 7. Halswirbels oder des 7. Halswirbels und 1. Brustwirbels. Man erkennt den Dorn des 7. Halswirbels an dem dickern, knaufartig angeschwollnen Ende, während der des 6. Halswirbels in transversaler Richtung breit, in der verticalen platt deprimirt ist. Noch häufiger begegneten mir 3 Proc. prominentes — der gesuchte des 7. Halswirbels war dann der mittlere. Für das Ende des Steissbeins darf man nicht die höckerig hervortretende Verbindung desselben mit dem Kreuzbein nehmen, sondern der Zeigefinger der rechten Hand muss das Maass bis unter die Spitze leiten.

Beim Messen des Thoraxumfangs hat man vor Allem darauf zu achten, dass die durch das Centimetermaass bezeichnete Horizontalebene auch wirklich senkrecht den von der Verticalen nach hinten weichenden Thorax durchschneidet. Lässt man das auf der vordern Brustwand in richtiger Höhe umgelegte Maass auf dem Rücken herabfallen, so erhält man eine zu kleine Zahl; und legte man umgekehrt das Maass so an, dass die Horizontalebene hinten höher als vorgeschrieben hinaufreicht und die Längsaxe des Thorax also hinten keinen rechten, sondern einen spitzen und vorn einen stumpfen Winkel mit der Durchschnittsfläche bildet, so wird ein zu grosser Umfang abgemessen. — Es genügt bei erwachsenen Mädchen vollkommen, dass man über dem Hemde misst, wenn es nicht zu grob und faltig ist: die hervortretenden Mammae grenzen deutlich die Gegend dem Maasse ab, und zur Orientirung dient die an den Höckern der 7. Rippenknorpel leicht herauszufühlende Basis des Schwertfortsatzes. Hängende Brüste müssen in die Höhe gehoben werden. — Besonders hat man beim Messen des Umfangs sich zu merken, dass man das Maass nur eben anzieht; bei stärkerem Ziehen schnürt es sich nicht nur in das Fett ein, sondern der Zumessende zieht unwillkürlich die Rippen ein und verengert die untere Brusthälfte. — Ferner müssen die Arme herabhängen, während das Maass entnommen wird, und der Betreffende muss in natürlicher Haltung und nicht mit einer Soldatenbrust dastehen.

Alle diese vorher gegebenen Regeln verstehen sich eigentlich von selbst, und man beobachtet sie, wenn man nur ein Mal

darauf aufmerksam geworden, später ganz mechanisch. Inwiefern das Resultat durch etwaige Messfehler beeinflusst wird, werden wir unten noch näher zu untersuchen haben.

Zur Messung der vitalen Lungencapacität ist die einfachste Art von Spirometer, wie sie Hutchinson angegeben hat, und womit man bis auf 25 CCm. genau ablesen kann, vollkommen ausreichend. Es versteht sich von selbst, dass das Spirometer äquilibrirt sein muss, d. h. dass der schwebende Cylinder bei jedem Höhenstand weder saugen noch drücken darf. — Es wird oft angeführt, dass die vitale Capacität praktisch schon deshalb nicht zu verwerthen sei, weil auf Geschicklichkeit und Muskelübung so sehr viel ankomme. Was die Letztre betrifft, so werden wir sie später in Betracht ziehen —; hinsichtlich der Erstern müssen wir bemerken, dass unter den 180 Individuen, die ich als Versuchsobjecte verwendet habe, nur 12 Kinder von 4—6 Jahren, 1 von 7 und 1 von 8 Jahren durch offenbare Ungeschicklichkeit ein nicht ganz richtiges, aber wenn man ihre Ungeschicklichkeit in Rechnung bringt, dennoch brauchbares Resultat lieferten. Von Erwachsenen ist mir bis jetzt nur ein alter kranker wenig intelligenter Mann vorgekommen, der, zumal er sich von Beobachtern umgeben sah, als undressirbar aufgegeben werden musste. Es ist sicher mehr ein theoretisches Vorurtheil als eine durch die Erfahrung bestätigte Beobachtung, dass ungeschicktes linkisches Benehmen bei Erwachsenen der diagnostischen Brauchbarkeit der vitalen Lungencapacität im Wege stehe. Wir werden sehen, dass es sich mit der Ansicht in Betreff der Muskelübung ähnlich verhält. Es soll damit keineswegs behauptet werden, dass schon der erste Versuch immer ein brauchbares Resultat geben müsse — wiewohl ich dies oft genug gefunden habe: nein, ich habe die Versuche so angestellt, dass ich besonders bei Kindern immer 5—6 zusammen kommen liess, es ihnen zeigte und sie dann 2 Mal die Reihe hindurch, ein jedes immer mehrere Mal, probiren liess; eines lernte vom andern und suchte die übrigen zu übertreffen; beim 3. Mal notirte ich dasjenige Resultat, welches ein vollkommen richtig ausgeführter Versuch ergab. Ob er vollkommen exact ausgeführt wird, lernt man sehr bald beurtheilen. Von Erwachsenen habe ich sehr viele gefunden, die auf Commando jedes Mal ganz genau dieselbe Spirometergrösse erzielten. Dass ich bei 4—5jährigen Kindern mitunter besondre Mittel anwenden, die das Mundstück haltende Hand führen musste u. s. w., sei nur beiläufig erwähnt. In der Praxis wird von einer Anwendung des Spirometers bei Kindern überhaupt nicht die Rede sein.

Hinsichtlich des Modus, der beim Versuch von dem betreffenden Individuum beobachtet werden soll, muss man demselben jede mögliche Freiheit gestatten — nicht etwa alle in eine bestimmte Stellung, bis zu der sie sich vorn überlegen dürfen, einzwängen wollen. Das Beste ist, zu rathen, dass ein Jeder sich gegen das Ende des Versuchs, also der Exspiration bücken und sich anstrengen möge, so sehr er könne. Durch das Bücken wird er veranlasst, die exspirirenden Bauchmuskeln gehörig in Thätigkeit zu versetzen — wenn dabei unabhängig von der Muskelwirkung durch einfaches Zusammendrücken des Bauches noch 50 CCm. mehr ausgepresst werden, nun dann um so besser: es geschieht dies ja auf gleiche Weise bei Allen. Gewöhnlich werden auch die Schulterblätter und Arme durch die betr. Rücken- und Brustmuskeln fixirt und von den fest angezogenen Armen aus wirken die beiden Pectorales majj., von den Schulterblättern aus die Serrati antici und drücken wie ein Ring um die vordere obere Brustwand dieselbe von vorn nieder, machen sie platter und flacher.

Nachdem wir nun die Maasse zur Berechnung des Rumpfes bestimmt und auch den Weg zur Gewinnung der vitalen Lungencapacität erläutert haben, bleibt uns drittens noch übrig, dass wir uns nach einer möglichst einfachen und für die Praxis brauchbaren Formel umsehen, mittelst deren das Verhältnis jener beiden bestimmt wird. Am bequemsten geschieht dies nach der 2. für den Cylinderinhalt oben angeführten Formel:

$$R = \frac{r}{2} \cdot ph.$$

Bezeichnet R in unserm Fall den Rumpfinhalt, h die Rumpfhöhe, p den Thoraxumfang und r den zu diesem p gehörigen Radius, so ist, da die Grössen h und p direct durch die Messung gegeben werden, nur noch $\frac{r}{2}$ aus p zu berechnen nach der Formel:

$$p = 2\, r\, \pi, \text{ also}$$

$$\frac{r}{2} = \frac{p}{4\,\pi} = \frac{p}{12{,}5664};$$

und bezeichnet nun L die durch das Spirometer gefundene vitale Lungencapacität, so ist

$$\frac{R}{L} = \frac{r}{2} \cdot \frac{ph}{L}$$

das gesuchte Verhältnis. Wir wollen die das Verhältnis $\frac{R}{L}$ ausdrückende Grösse den „Lungencapacitäts-Quotienten“

nennen. Es wird derselbe also gefunden, wenn man das Product aus Rumpfhöhe und Thoraxumfang durch die Grösse der vitalen Lungencapacität dividirt und mit dem halben Radius multiplicirt. Den Factor $\frac{r}{2}$ kann man sich ein für alle Mal für die am menschlichen Thorax überhaupt vorkommenden Umfangsmaasse ausrechnen — der andre Factor $\frac{ph}{L}$ ist sehr schnell berechnet; ebenso wird das Product aus den beiden Factoren zu bilden nicht viel Zeit in Anspruch nehmen: so dass man, wenn das Umfangs- und Höhenmass und die Spirometergrösse bereits erhoben sind, den Capacitätsquotienten in 1—2 Minuten gefunden hat. Ich habe nun das $\frac{r}{2}$ für die Thoraxperipherien von 46—90 Cm. ausgerechnet, und das jetzt folgende Verzeichnis der untersuchten Fälle ist nach der Peripherie p tabellarisch angefertigt, so dass das zugehörige $\frac{r}{2}$ nachgeschlagen werden kann. Für grössere Peripherien als 90 Cm. kann man für je 1 Cm. dem für die Peripherie von 90 Cm. gefundenen $\frac{r}{2}$ (= 7,16) noch 0,08 zuaddiren: denn nur in grossen Abständen, so bei den Peripherieen 60 und 83, bewirken die sonst vernachlässigten Decimalstellen für 1 Cm. eine Differenz blos von 0,07 (statt 0,08) gegen das vorhergehende $\frac{r}{2}$.

Wir haben in der Tabelle auch diejenigen Kinder bereits mitgezählt, welche durch offenbare Ungeschicklichkeit einen unrichtigen Capacitätsquotienten lieferten. Wir thaten dies hauptsächlich aber deshalb, um eine möglichst vollständige Uebersicht der verschiedenen in Wirklichkeit vorkommenden Combinationen von Thoraxumfang (p) und Rumpfhöhe (h) zu geben. Doch sind dabei nur diese beiden Maasse und das zu dem betr. p gehörige $\frac{r}{2}$ aufgeführt, die übrigen Stellen dagegen nicht ausgefüllt, um die Zusammengehörigkeit normaler Zahlen nicht durch abnorme zu stören. Wir werden nachträglich die Fälle der Ungeschickten gesondert zusammenstellen. Wo mir für das betr. p kein Fall zu Gebot stand, ist wenigstens das zugehörige $\frac{r}{2}$ beigefügt. — Dass für die Anordnung der

Fälle das Alter nicht massgebend sein konnte, ist a priori einzusehen und wird die Tabelle lehren; ebenso dass es unstatthaft wäre, die männlichen und weiblichen Individuen gesondert zu verzeichnen. Es sind *die weiblichen* No. No. durch *cursive*, die männlichen durch geradstehende Ziffern deutlich auseinander gehalten.

Recapituliren wir noch einmal kurz, was die über den einzelnen Columnen verzeichneten Buchstaben bedeuten: es ist

p = Thoraxumfang (in Centimeter angegeben)
r = der zu diesem p gehörige Radius
h = Rumpfhöhe (in Centimeter)
ph = Rumpfoberfläche (ohne Kopf- und Grundfläche)
R = Cubikinhalt des Rumpfs } (in Cubikcentimeter)
L = vitale Lungencapacität }
$\frac{R}{L}$ = Lungencapacitäts-Quotient

$$\frac{R}{L} = \frac{r}{2} \cdot \frac{ph}{L}$$

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | *4* | *46* | *32* | — | *3,66* | — | — |
| *2* | *5* | — | *36* | — | — | — | — |
| *3* | *4* | *47* | *33* | — | *3,74* | — | — |
| — | — | 48 | — | — | 3,82 | — | — |
| *4* | *6* | *49* | *38* | *1000* | *3,90* | *1,86* | *7,25* |
| — | — | 50 | — | — | 3,98 | — | — |
| 5 | 6 | 51 | 36 | 1000 | 4,06 | 1,84 | 7,47 |
| *6* | *5* | — | *38* | — | — | — | — |
| 7 | 6 | — | 40 | 1100 | — | 1,85 | 7,51 |
| *8* | *7* | — | *40* | *1275* | — | *1,60* | *6,50* |
| *9* | *5* | *52* | *37* | — | *4,14* | — | — |
| 10 | 6 | — | 38 | 1100 | — | 1,80 | 7,45 |
| *11* | *6* | — | *38* | — | — | — | — |
| *12* | *7* | — | *39* | *1225* | — | *1,66* | *6,87* |
| *13* | *9* | — | *41* | *1300* | — | *1,64* | *6,79* |
| *14* | *11* | — | *42* | *1500* | — | *1,46* | *6,04* |
| *15* | *7* | — | *44* | *1350* | — | *1,69* | *7,00* |
| *16* | *9* | — | *45* | *1400* | — | *1,67* | *6,91* |
| *17* | *4* | *53* | *34* | — | *4,22* | — | — |
| 18 | 5 | — | 36 | 1100 | — | 1,73 | 7,30 |
| *19* | *5* | — | *36* | — | — | — | — |

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 6 | — | 37 | — | — | — | — |
| 21 | 9 | — | 38 | 1200 | — | 1,68 | 7,09 |
| 22 | 5 | — | 39 | 1200 | 4,22 | 1,72 | 7,26 |
| 23 | 6 | — | 41 | 1300 | — | 1,67 | 7,05 |
| 24 | 7 | — | 42 | 1400 | — | 1,59 | 6,71 |
| 25 | 4 | 54 | 37 | — | 4,30 | — | — |
| 26 | 7 | — | 37 | — | — | — | — |
| 27 | 6 | — | 38 | — | — | — | — |
| 28 | 6 | — | 41 | — | — | — | — |
| 29 | 9 | — | 41 | 1300 | — | 1,70 | 7,31 |
| 30 | 9 | — | 43 | 1450 | — | 1,60 | 6,88 |
| 31 | 9 | 55 | 43 | 1500 | 4,38 | 1,58 | 6,92 |
| 32 | 6 | 56 | 40 | 1400 | 4,46 | 1,60 | 7,14 |
| 33 | 9 | — | 42 | 1475 | — | 1,59 | 7,09 |
| 34 | 7 | — | 43 | 1525 | — | 1,58 | 7,05 |
| 35 | 10 | — | 43 | 1800 | — | 1,34 | 5,98 |
| 36 | 11 | — | 46 | 1750 | — | 1,47 | 6,56 |
| 37 | 11 | — | 47 | 1950 | — | 1,35 | 6,02 |
| 38 | 7 | 57 | 38 | 1450 | 4,54 | 1,50 | 6,81 |
| 39 | 7 | — | 42 | 1550 | — | 1,54 | 6,99 |
| 40 | 7 | — | 43 | 1700 | — | 1,44 | 6,54 |
| 41 | 10 | — | 43 | 1500 | — | 1,63 | 7,40 |
| 42 | 14 | — | 45 | 1700 | — | 1,51 | 6,86 |
| 43 | 10 | — | 46 | 1775 | — | 1,48 | 6,72 |
| 44 | 11 | — | 46 | 1700 | — | 1,54 | 6,99 |
| 45 | 7 | 58 | 41 | 1550 | 4,62 | 1,53 | 7,07 |
| 46 | 8 | — | 41 | 1600 | — | 1,49 | 6,88 |
| 47 | 8 | — | 42 | 1800 | — | 1,35 | 6,24 |
| 48 | 10 | — | 42 | 1900 | — | 1,28 | 5,91 |
| 49 | 7 | — | 43 | 1600 | — | 1,56 | 7,21 |
| 50 | 10 | — | 43 | 1600 | — | 1,56 | 7,21 |
| 51 | 10 | — | 45 | 1725 | — | 1,51 | 6,98 |
| 52 | 9 | — | 46 | 1700 | — | 1,57 | 7,25 |
| 53 | 11 | — | 46 | 1800 | — | 1,48 | 6,84 |
| 54 | 13 | — | 46 | 1750 | — | 1,52 | 7,02 |
| 55 | 10 | — | 48 | 1750 | — | 1,59 | 7,35 |
| — | — | 59 | — | — | 4,70 | — | — |
| 56 | 9 | 60 | 42 | 1700 | 4,77 | 1,48 | 7,06 |
| 57 | 10 | — | 44 | 1850 | 4,77 | 1,43 | 6,82 |
| 58 | 13 | — | 44 | 1800 | — | 1,47 | 7,01 |

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 59 | 11 | — | 45 | 1950 | — | 1,38 | 6,58 |
| 60 | 12 | — | 45 | 1700 | — | 1,59 | 7,58 |
| *61* | *13* | — | *47* | *1800* | — | *1,57* | *7,49* |
| 62 | 8 | — | 48 | 1875 | — | 1,53 | 7,30 |
| *63* | *12* | — | *50* | *2200* | — | *1,36* | *6,49* |
| 64 | 9 | 61 | 46 | 1950 | 4,85 | 1,44 | 6,98 |
| 65 | 13 | — | 46 | 1900 | — | 1,48 | 7,18 |
| 66 | 8 | — | 47 | — | — | — | — |
| 67 | 13 | — | 47 | 2025 | — | 1,42 | 6,89 |
| 68 | 12 | — | 50 | 2100 | — | 1,45 | 7,03 |
| *69* | *13* | — | *50* | *2500* | — | *1,22* | *5,92* |
| *70* | *13* | — | *52* | *2300* | — | *1,38* | *6,69* |
| 71 | 13 | 62 | 47 | 2300 | 4,93 | 1,27 | 6,26 |
| 72 | 12 | — | 54 | 2350 | — | 1,42 | 7,00 |
| 73 | 12 | 63 | 50 | 2150 | 5,01 | 1,47 | 7,36 |
| 74 | 14 | 64 | 47 | 2050 | 5,09 | 1,47 | 7,48 |
| 75 | 14 | — | 47 | 2225 | — | 1,35 | 6,87 |
| *76* | *15* | — | *47* | *2250* | — | *1,34* | *6,82* |
| *77* | *15* | — | *49* | *2100* | — | *1,49* | *7,58* |
| 78 | 13 | — | 51 | 2300 | — | 1,42 | 7,23 |
| 79 | 14 | 65 | 45 | 2050 | 5,17 | 1,43 | 7,39 |
| 80 | 15 | — | 48 | 2275 | — | 1,37 | 7,08 |
| 81 | 15 | — | 49 | 2400 | — | 1,33 | 6,88 |
| 82 | 10 | — | 51 | 2300 | — | 1,44 | 7,44 |
| *83* | *16* | — | *53* | *2400* | — | *1,44* | *7,44* |
| 84 | 15 | 66 | 49 | 2575 | 5,25 | 1,26 | 6,62 |
| *85* | *14* | — | *49* | *2350* | — | *1,38* | *7,25* |
| 86 | 14 | 67 | 47 | 2250 | 5,33 | 1,40 | 7,46 |
| 87 | 14 | — | 49 | 2500 | — | 1,31 | 6,98 |
| 88 | 17 | — | 49 | 2600 | — | 1,26 | 6,72 |
| 89 | 12 | — | 50 | 2450 | — | 1,37 | 7,30 |
| 90 | 14 | — | 51 | 2450 | — | 1,39 | 7,41 |
| 91 | 14 | — | 53 | 2950 | — | 1,20 | 6,40 |
| *92* | *16* | — | *53* | *2875* | — | *1,24* | *6,61* |
| *93* | *16* | — | *55* | *3300* | *5,33* | *1,12* | *5,97* |
| *94* | *22* | — | *57* | *2775* | — | *1,38* | *7,36* |
| 95 | 14 | 68 | 50 | 2600 | 5,41 | 1,31 | 7,09 |
| 96 | 14 | — | 50 | 2650 | — | 1,28 | 6,92 |
| 97 | 14 | — | 52 | 3125 | — | 1,13 | 6,11 |
| *98* | *16* | — | *52* | *2600* | — | *1,36* | *7,36* |

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *99* | *23* | — | *53* | *2850* | — | *1,26* | *6,82* |
| *100* | *19* | — | *54* | *3050* | — | *1,20* | *6,49* |
| *101* | *15* | — | *55* | *3275* | — | *1,14* | *6,17* |
| *102* | *20* | — | *56* | *3000* | — | *1,27* | *6,87* |
| *103* | *20* | — | *59* | *3000* | — | *1,34* | *7,25* |
| *104* | *18* | *69* | *55* | *2900* | *5,49* | *1,31* | *7,19* |
| *105* | *13* | — | *56* | *3100* | — | *1,25* | *6,86* |
| *106* | *14* | — | *58* | *2950* | — | *1,36* | *7,47* |
| — | — | 70 | — | — | 5,57 | — | — |
| 107 | 14 | 71 | 50 | 2700 | 5,65 | 1,31 | 7,40 |
| *108* | *17* | — | *54* | *3375* | — | *1,14* | *6,44* |
| 109 | 18 | 72 | 53 | 3300 | 5,73 | 1,16 | 6,65 |
| *110* | *24* | — | *57* | *3900* | — | *1,05* | *6,02* |
| *111* | *18* | *73* | *53* | *3050* | *5,81* | *1,27* | *7,38* |
| *112* | *16* | — | *57* | *3750* | — | *1,11* | *6,45* |
| — | — | 74 | — | — | 5,89 | — | — |
| 113 | 17 | 75 | 52 | 3350 | 5,97 | 1,16 | 6,93 |
| *114* | *17* | *76* | *56* | *3450* | *6,05* | *1,23* | *7,44* |
| *115* | *17* | — | *56* | *3500* | — | *1,22* | *7,38* |
| 116 | 20 | 77 | 59 | 4450 | 6,13 | 1,02 | 6,25 |
| 117 | 18 | 78 | 56 | 4100 | 6,21 | 1,07 | 6,64 |
| 118 | 21 | 79 | 60 | 4325 | 6,29 | 1,10 | 6,92 |
| 119 | 26 | — | 66 | 4575 | — | 1,14 | 7,17 |
| 120 | 33 | 80 | 60 | 5000 | 6,37 | 0,96 | 6,12 |
| 121 | 23 | 81 | 57 | 4250 | 6,45 | 1,09 | 7,03 |
| 122 | 47 | — | 63 | 4450 | — | 1,15 | 7,42 |
| 123 | 24 | — | 67 | 5200 | — | 1,04 | 6,71 |
| 124 | 25 | 82 | 69 | 5300 | 6,53 | 1,07 | 6,99 |
| — | — | 83 | — | — | 6,60 | — | — |
| — | — | 84 | — | — | 6,68 | — | — |
| 125 | 26 | 85 | 59 | 4500 | 6,76 | 1,11 | 7,50 |
| 126 | 27 | — | 60 | 5200 | — | 0,98 | 6,62 |
| 127 | 30 | — | 62 | 5050 | — | 1,04 | 7,03 |
| 128 | 21 | — | 62 | 4800 | — | 1,10 | 7,44 |
| 129 | 34 | — | 68 | 5300 | — | 1,09 | 7,37 |
| — | — | 86 | — | — | 6,84 | — | — |
| — | — | 87 | — | — | 6,92 | — | — |
| — | — | 88 | — | — | 7,00 | — | — |
| — | — | 89 | — | — | 7,08 | — | — |
| — | — | 90 | — | — | 7,16 | — | — |

Wir lassen auch gleich das nach dem Alter angeordnete Verzeichnis jener 14 Kinder folgen, welche unzweifelhaft keine Ausnahme von derjenigen Regel machen, die wir hinsichtlich des Capacitätsquotienten bei den übrigen 115 Fällen constatiren werden: sicher sind nur der Ungeschicklichkeit der Kinder die abweichenden Resultate zuzuschreiben.

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ . | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | 4 | *46* | *32* | *700* | *3,66* | *2,10* | *7,69* |
| *3* | — | *47* | *33* | *700* | *3,74* | *2,22* | *8,30* |
| *17* | — | *53* | *34* | *900* | *4,22* | *2,00* | *8,44* |
| 25 | — | 54 | 37 | 1000 | 4,30 | 2,00 | 8,60 |
| *2* | *5* | *46* | *36* | *700* | *3,66* | *2,37* | *8,67* |
| *6* | — | *51* | *38* | *1000* | *4,06* | *1,94* | *7,88* |
| *9* | — | *52* | *37* | *1025* | *4,14* | *1,88* | *7,78* |
| *19* | — | *53* | *36* | *1025* | *4,22* | *1,86* | *7,85* |
| *11* | 6 | *52* | *38* | *950* | *4,14* | *2,08* | *8,61* |
| *20* | — | *53* | *37* | *1000* | *4,22* | *1,96* | *8,27* |
| *27* | — | *54* | *38* | *1150* | *4,30* | *1,78* | *7,65* |
| 28 | — | 54 | 41 | 1200 | 4,30 | 1,84 | 7,91 |
| *26* | *7* | *54* | *37* | *1100* | *4,30* | *1,82* | *7,83* |
| 66 | 8 | 61 | 47 | 1650 | 4,85 | 1,74 | 8,44 |

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich nun aus der ganzen Tabelle?

Die 129 Fälle fast aus sämmtlichen Familien eines einzigen Dorfs und aus den verschiedensten Lebensaltern von 4 Jahren an bis 47 bei den männlichen, bis 24 bei den weiblichen Individuen betreffen sämmtlich Leute, die auf dem Lande leben und in freier und guter Luft so viel sich bewegen als es im Interesse der Gesundheit überhaupt nur gewünscht werden kann — das Dorf liegt 2 Stunden von Wiesbaden in in einem grossen Wiesengrund, der ringsum von schönen Wäldern umgeben ist; von Tuberculose weiss man daselbst Nichts (auf einen sporadischen Fall nicht erblich angelegter Tuberculose komme ich unten noch besonders zu sprechen) —: wir sind also wohl berechtigt, die Lungen dieser 129 Individuen als bis zu diesem Augenblick mit dem Maximum der Gesundheit beglückte anzusehen und folglich auch ihre vitale Lungencapacität als die eigentlich normale und zugleich als im Maximum vorhandene anzunehmen. Wir dürfen daher auch schliessen, dass diesen Fällen, insoweit sie übereinstimmen,

ein allgemeingiltiges Gesetz über normale Verhältnisse zu Grunde liege.

Die Lungencapacitätsquotienten sehen wir schwanken zwischen den Grenzen 6,0—7,6 (die Zahlen 5,9 und 7,58 dürfen wir wohl für voll nehmen) — es braucht kaum erwähnt zu werden, dass, je kleiner der Quotient, desto grösser ceteris paribus die vitale Capacitat ist, und dass also die Capacitätsquotienten sich umgekehrt verhalten wie die Capacitäten.

Nach Abzug der zuletzt aufgeführten die 14 Kinder betreffenden Fälle kommen von den restirenden 115 Fällen 66 auf das männliche und *49* auf das *weibliche* Geschlecht. Der mittlere Capacitätsquotient

| | | | |
|---|---|---|---|
| sämmtlicher | 115 | Fälle ist | 6,94 |
| für die | 66 | männlichen Indiv. | 6,98 |
| *für die* | *49* | *weiblichen Indiv.* | *6,89.* |

Man könnte hieraus vielleicht schliessen wollen, dass das weibliche Geschlecht eine im Verhältnis zum Rumpf oder Körper grössere Lungencapacität und Lunge habe; man könnte es auch dadurch erklären, dass, wenn auch alle Mädchen nur selten geschnürt sind, doch durch das Binden der Röcke eine geringe Beeinträchtigung der untern Brusthälfte zu Stande käme: aber ich halte diese kleine Differenz für rein zufällig. Vergleicht man z. B. die 17 Fälle der männlichen Individuen vom 17. Jahre an mit *den 19 der Mädchen vom 15. Jahre an*, so sind die mittleren Capacitätsquotienten sogar gleich:

17 männl. vom 17. Jahre an — 6,91
*19 weibl. vom 15. Jahre an — 6,90.*

Auch diese auffallende Uebereinstimmung muss ich für reinen Zufall halten, wenn ich bedenke, wie leicht ein Vermessen um 1—1½ Cm. bei einer so grossen Anzahl ziemlich rasch ausgeführter Messungen vorkommen kann, und halbe Centim. habe ich stets vernachlässigt. Meine Ansicht ist die, dass wir sicher keinen grossen Fehler begehen, wenn wir folgendes Gesetz aufstellen:

Der normale Capacitätsquotient schwankt zwischen den Grenzen 6,0 und 7,6 und beträgt im Mittel 7,00.

Sehen wir uns nun einmal nach den einzelnen Momenten um, die auf diesen Quotienten von Einfluss sind, so zeigt die Tabelle einen Einfluss des Lebensalters nur insoweit, als 1. mit zunehmenden Jahren die Maasse grösser werden und 2. auch der Versuch am Spirometer zuweilen geschickter ausgeführt werden mag. Indem wir letzteres Moment als ein

rein zufälliges ausser Acht lassen, müssen wir also sagen: nicht das Alter, sondern die räumlichen Grössen des Rumpfs sind das Maassgebende. — Das Gleiche gilt hinsichtlich des Geschlechts. Es wird interessant sein, auf die charakteristischen Unterschiede in den Combinationen der Rumpfhöhen mit den Brustumfängen der beiden Geschlechter etwas näher einzugehen — doch vorher noch einige allgemeine Bemerkungen über die für die Rumpfhöhen und Umfänge gefundnen Grössenwerthe und ihr gegenseitiges Verhältnis zu einander.

Die Grenzen der Maasse für die Rumpfhöhen nach oben und unten haben nicht ganz dieselbe Weite wie die der Thoraxperipherien: diese letzteren nämlich beginnen in unserer Tabelle mit 46 und endigen mit 85 Cm., die Grenzen sind also um 39 Cm. von einander entfernt; die Rumpfhöhen beginnen mit 32 und endigen mit 69 Cm., die Grenzweite beträgt hier nur 36 Cm. Nun werden wir bei später zu erwähnenden Fällen Thoraxperipherien von 89 Cm. finden, sodass die Grenzweite auf 43 steigt, während wir bei sämmtlichen 180 untersuchten Fällen kein grösseres Höhenmaass als 69 Cm. aufzuweisen haben, also keine grössere Grenzweite für die Höhen als 36 Cm.

Was nun die Combinationen des Umfangs und der Höhe betrifft, so ist natürlich ein gewisses Verhältnis zwischen beiden an dem Einzelindividuum immer eingehalten, und ein p von 80 Cm. mit einem h von 40 Cm. kann nimmermehr vorkommen. Die Thoraxperipherien sind auch stets grösser als die Rumpfhöhen — und zwar schwankt die Differenz bei Peripherien von 46—70 Cm. zwischen 10 u. 20; nur 6 Mal unter 106 Fällen beträgt sie weniger als 10: am wenigsten, nämlich nur 7 bei No. *16*; 8 bei No. *15*, 72; 9 bei *37*, *70*, *103* (wir machen schon hier darauf aufmerksam, dass die kleinen Differenzen dem *weiblichen* Körper eigenthümlich sind) — bei Peripherien von 70—90 Cm. kann die Rumpfhöhe um 12—29 Cm. kleiner sein als die Peripherie; meist beträgt die Differenz mehr als 15 Cm. Es kann bei solchen grossen Schwankungen z. B. ein p von 82 Cm. mit einem h von 69 (so in No. 124) also eine Differenz von 13, und ein p von 89 Cm. mit einem h von 60 (in No. 15 pag. 197), also eine Differenz von 29 vorkommen: trotz aller dieser Schwankungen können die Capacitätsquotienten bis auf 0,01 gleich sein und müssen bei gesunden Individuen die oben bestimmten Grenzen einhalten. Es leuchtet bei diesen Beispielen so recht ein, wie ganz verkehrt es ist, entweder allein nach dem Thoraxumfang oder

allein nach der Rumpfhöhe oder auch der Körperlänge eine Regel aufstellen zu wollen. Freilich wenn alle Menschen die vom Schönheitsideal geforderte Proportion zwischen Umfang und Höhe auch nur annähernd einhielten, liesse sich auch wohl auf ein einzelnes von diesen beiden Maassen ein Gesetz basiren, aber bei Variationen der Differenz zwischen 7 und 29 kann gar nicht daran gedacht werden.

Der charakteristische Typus der beiden Geschlechter ist sowohl durch die Grösse der Einzelmaasse als auch durch ihre Combinationen mit einander deutlich ausgeprägt. Beide Maasse des Weibes bleiben natürlich hinter den obern Grenzen beim Manne weit zurück, und so finden wir die 24jährigen Mädchen mit den 14—18jährigen Knaben in einer Rubrik, und die Reihen der älteren männlichen Individuen werden von den weiblichen nicht mehr unterbrochen. Die höchste Zahl für die Peripherie 76 bleibt um 13 hinter der höchsten bei Männern 89 zurück, die höchste Zahl für die Höhe 59 Cm. nur um 10 hinter grössten Höhe 69 bei Männern, d. h. die Höhenwerthe reichen relativ weiter hinauf als die Umfangsmaasse, was aber dasselbe sagen will als: sie kommen den Umfangsmaassen selbst näher. Und dies ist es, was den weiblichen Typus auszeichnet: der Rumpf des Weibes ist im Verhältnis zum Brustumfang länger als beim Manne oder die Combination zwischen Thoraxumfang und Rumpfhöhe zeigt eine geringere Differenz beider Maasse als beim Manne nicht bis 29, sondern höchstens bis 18. Freilich keine Regel ohne Ausnahme — aber wo eine solche Ausnahme besteht, werden wir stets einen männlichen Typus beim Weibe (so bei robusten Mannweibern wie No. *111* und *114* welche allein von allen eine Differenz von 20 zeigen) oder einen weiblichen Typus beim Manne anerkennen müssen. Bei dem Weibe auf dem Lande welches die Arbeiten des Mannes mit verrichten hilft, kann dieser Typus nicht so auffallend ausgeprägt sein wie in den höheren Ständen, wo die Differenz der combinirten Maasse sicher eine viel geringere sein wird (wenn es sich nicht um krankhafte Fettablagerungen handelt). Aber auch in unserer Tabelle sehen wir da, wo für den gleichen Umfang (p) männliche wie weibliche Individuen sich vorfanden, fast jede Rubrik mit den stehenden Ziffern der männlichen und einer grössern Differenz zwischen p und h 20 etc. eröffnet und mit den liegenden der weiblichen und einer Differenz von 12, 10 etc. geschlossen. Es gilt dies besonders von der Zeit an, wo die Geschlechtsunterschiede in den äussern Formen mehr hervortreten. Wollen wir die charakteristischen Geschlechtsunter-

schiede zusammenfassen, so haben wir das Alter, die Differenz der combinirten Maasse und die Capacitätsgrösse zu berücksichtigen und lässt sich der Ausspruch folgendermaassen formuliren: Da nach dem Thoraxumfang (p) die Hauptrubriken und in diesen die Fälle (mit gleichem Umfang also) nach der Rumpfhöhe (h) geordnet sind, so sehen wir in der Regel die betreffende Rubrik des gleichen Umfangs von den männlichen Individuen begonnen und zwar mit geringerem Alter und einer kleinern Rumpfhöhe und einer kleinern Capacität als sie die weiblichen Individuen der vorhergehenden Abtheilung gezeigt haben; die weiblichen Fälle schliessen die Abtheilung mit höherm Alter, mit grösserer Höhe und grösserer Capacität als sie die männlichen Individuen derselben Abtheilung zeigen und auch diejenigen welche die folgende Abtheilung beginnen. Trotz aller dieser Verschiedenheiten, bemerke ich abermals, können natürlich die Capacitätsquotienten genau übereinstimmen. Leider standen uns für manche Rubriken nicht hinreichend die Repräsentanten der verschiedenen Combinationen von Umfang und Höhe aus beiden Geschlechtern zu Gebote: aber ich glaube, dass die vorhandenen Fälle genügen (besonders die Rubriken, in welchen erwachsene Mädchen, so die mit einem p von 67 und 68 Cm.) diese Unterschiede anschaulich zu machen; die zweierlei Ziffer sollten sie auch graphisch hervortreten lassen. Die Uebergriffe des einen in den andern Typus, die Annäherung beider Typen bei der arbeitenden Klasse wurden bereits erwähnt.

Wollte man ein Gesetz mit Berücksichtigung des Geschlechtsunterschiedes auf ein einzelnes Maass begründen, so müsste, wie schon früher ausgeführt, es sich um Fälle handeln bei welchen die andern Maasse gleich sind; da nun stets ein bestimmter Capacitätsquotient resultiren muss, so könnte das Gesetz folgendermaassen lauten: bei gleichem Thoraxumfang hat das Weib eine grössere Lungencapacität als der Mann (eben weil seine Rumpfhöhe eine grössere ist) und umgekehrt bei gleicher Rumpfhöhe zeigt das Weib eine geringere Capacität (weil zu dieser Höhe eine kleinere Thoraxperipherie gehört). Freilich ist ein genaues Eintreffen dieser Regel desshalb nicht zu erwarten, weil der Capacitätsquotient ja normaler Weise zwischen den Grenzen 6,0 und 7,6 variiren darf. — Sicher ist es ein theoretisches Vorurtheil, dem weiblichen als dem „schwächern“ Geschlecht nun selbstverständlich auch eine geringere Lungencapacität zuzutheilen. Die Umfangs- und Höhenmaasse bestimmen in ihrer Vereinigung dem Weibe ebensogut die Capacität wie dem Manne.

Wir haben uns die Mühe genommen die einzelnen Sätze über die Lungencapacität, welche wir oben (siehe p. 164 und 165) als nur unter der Bedingung zulässig ableiteten, dass der Capacitätsquotient $\left(\frac{R}{L}\right)$ bei allen Menschen genau derselbe wäre, näher an der Hand unserer Tabelle durchzuprüfen und fanden das an gleicher Stelle über dieselben abgegebene Urtheil durchgehend bestätigt. Bei gleichen Oberflächen lässt sich der Satz, dass ein schmaler schlanker Rumpf eine geringere Capacität liefern müsse als ein kurzer mit grosser Thoraxperipherie nur dann verwerthen, wenn diese Charaktere auffallend ausgeprägt, die Differenzen zwischen geringem p und grossem h und ebenso zwischen grossem p und kleinem h bedeutend sind: sonst können die Fälle eben in die Grenzen der normalen Capacitätsquotienten untergebracht werden. Weil sich also auf die Oberflächen kein Gesetz begründen lässt, so haben wir es auch nicht für nöthig gehalten, dieselben in einer besondern Columne der Tabelle als Product ph aufzuführen.

Wir hätten noch einen Blick auf die 2 Factoren zu werfen, als deren Product der Capacitätsquotient $\frac{R}{L}$ resultirt. Mit dem zunehmenden p wächst der eine Factor $\frac{r}{2}$ von 3,90 (in No. *4*) bis 6,76 (in No. 126); umgekehrt nimmt der zweite Factor $\frac{ph}{L}$ im Grossen und Ganzen immer mehr ab von 1,86 (in No. *4*) bis 0,98 (in No. 126), bis 0,96 (in No. 120). Dadurch allein ist es möglich, dass das Product, der Capacitätsquotient, innerhalb gewisser Grenzen dasselbe sein kann.

## II. Abschnitt.

### Abhängigkeit der Lungencapacität von äusseren Einflüssen.

Wir wenden uns nun zu einer andern mehr entfernter liegenden Art von Einflüssen, von denen die Lungencapacität abhängig ist, einer Art Aetiologie, welche uns die Abweichungen von der Norm erklären, die äusseren Bedingungen eines normalen Capacitätsquotienten veranschaulichen und die Mittel zu seiner Erhaltung oder Wiederherstellung, soweit sie möglich ist, an die Hand geben soll.

Zum Verständnis der Wege jedoch, auf denen wir uns diese Einflüsse wirksam denken sollen, müssen wir kurz an einige physiologische Thatsachen erinnern. Die Lunge ist in dem Thorax hermetisch eingefügt, sodass sie den Bewegungen des Thorax und Zwerchfells folgen muss; sie ist dabei in einem Grade gespannt, der stets noch bedeutend verstärkt und auch verringert werden, der aber nie auf das Minimum der Retractionsfähigkeit reducirt werden kann. Ob die Lunge bei der Inspiration zur Aufnahme frischer Luft gehörig entfaltet wird, hängt von der Stärke und Ausbildung der Inspirationsmuskeln (Zwerchfell, Scaleni etc.) ab, wenn sie sonst gesund ist. Ob sie bei der Exspiration sich gehörig retrahirt zur Austreibung gebrauchter Luft, hängt von der mehr oder minder normalen Beschaffenheit des Gewebes der Alveolen und und Bronchialmuskeln, der Elasticität der Lunge ab. Ausserdem kommt bei der Inspiration wie Exspiration der Grad der Beweglichkeit des Thorax in Betracht. Um diese Momente handelt es sich sowohl bei dem gewöhnlichen respiratorischen Luftwechsel als auch bei dem grösstmöglichen, der vitalen Capacität. Begreiflicher Weise wird bei einem gewissen Grad von Schwäche der ganzen Constitution die Entfaltung der Lunge nicht gehörig geübt, und dieser Umstand muss, wenn er andauert, bei dem vielleicht ohnehin in seiner Ernährung gestörten oder auch schwach angelegten Organ, eine Schrumpfung, zum Mindesten eine geringere Ausdehnbarkeit herbeiführen. Zugleich wird ein nie ordentlich ausgedehnter Thorax mit der Länge der Zeit in einer mehr exspiratorischen Stellung verharren und dann auch seinerseits eine grössre Entwicklung der Lunge unmöglich machen. Daher müssen z. B. Mangel an Bewegung, welche zu kräftiger Athmung auffordert, das etwa durch ein Gewerbe bewirkte dauernde Verharren in einer den Inspirationsbewegungen hinderlichen Stellung und andere derartige Einflüsse mit der Zeit eine geringere Capacität herbeiführen. Die Elasticität und Retractionsfähigkeit wird leiden bei Innervationsstörungen, mangelhafter Ernährung und dgl. (von dem höchsten Grad der Erschlaffung, dem Emphysem der Lunge sehen wir noch ganz ab), vielleicht ist sie auch von Haus aus schwächer angelegt. Ist nun die Retractionsfähigkeit verringert, so wird, da das Zwerchfell bei der Exspiration (unter Beihülfe des Tonus der Bauchmuskeln) durch die Elasticität der Lunge nach oben gewölbt wird, seine Wölbung minder gespannt sein und mit der Zeit der Zwerchfellmuskel schrumpfen und sich verkürzen, die untern Rippen werden mehr nach aussen weichen. Nimmt umgekehrt die

Elasticität des Lungengewebes zu, so wird das erschlaffte Zwerchfell stärker aufwärts gezogen, der Muskel wird sich allmählich dehnen und der untere Brustraum sich verengern.

Wir können nichts Unwahrscheinliches in der Annahme finden, dass entweder angeboren oder durch gewisse unten zu erwähnende Einflüsse erworben und nicht bloss krankhaft, sondern auch innerhalb solcher Grenzen, bei denen wir noch von Gesundheit reden, eine verschiedene inspiratorische Entfaltbarkeit wie exspiratorische Retractionsfähigkeit des Lungengewebes vorkomme, deren nothwendige Folge nicht nur ein verschiedener Luftwechsel bei gewöhnlicher Respiration, sondern auch bei angestrengter In- und Exspiration, also eine verschiedene vitale Capacität ist. Wir können uns im Folgenden auf diese einleitenden Bemerkungen beziehen und ziehen von den Momenten, welche in mehr indirecter Weise die Lungencapacität beeinflussen, zuerst die Erblichkeit in Betracht.

### 1. Einfluss der Erblichkeit.

Bei einigen Familien war mir eine gewisse Uebereinstimmung in der Erzielung verhältnismässig hoher oder mittelmässiger oder auffallend niedriger Spirometergrössen aufgefallen, sodass ich bei einem noch nachfolgenden Gliede der betr. Familie unbewusst eine gewisse Präsumption für eine höhere oder niedere Capacität zu fassen pflegte. Die jetzt nach einem Jahre von mir vorgenommene Ausrechnung zeigt denn auch, besonders bei den normalen Fällen, eine Uebereinstimmung in engern Grenzen als sie zur Norm erforderlich sind. Dabei muss natürlich das Alter der Kinder mit in Rechnung gebracht werden, und ein Quotient von 7,2 bei einem 7jährigen Kinde darf wohl als gleichbedeutend mit 6,49 bei einem 19jährigen Individuum angesehen werden. In folgender Zusammenstellung der Capacitätsquotienten nach Familien sind diejenigen der besonders ungeschickten 14 Kinder mit einem *, die von später aufgeführten Kranken oder die aus andern Gründen schlechtern Capacitätsquotienten mit einem † versehen.

Jahre alt — $\frac{R}{L}$.

7 — 7,21
10 — 5,91
_13 — 5,92_
_19 — 6,49_

_7 — 6,50_
8 — 6,88

_4 — 7,69*_
_9 — 7,31_
_13 — 7,01_
_15 — 6,82_

_6 — 7,05_
8 — 7,30
14 — 7,09
_16 — 6,45_

_9 — 6,91_
13 — 6,26
30 — 8,21†

_23 — 6,82_
25 — 7,74†
18 — 6,64
23 — 7,03
45 — 7,88†

_5 — 7,88*_
7 — 7,07
_10 — 6,82_
12 — 7,30
14 — 7,40

_15 — 7,58_
17 — 6,93
27 — 8,57†

21 — 7,44
31 — 7,68†

Jahre alt — $\frac{R}{L}$.

_11 — 6,56_
_16 — 6,61_

8 — 6,24
11 — 6,58
21 — 6,92

5 — 7,30
7 — 6,81
_10 — 7,21_
12 — 7,36
14 — 6,87

4 — 8,60*
_6 — 8,61*_
8 — 8,44*
_11 — 6,99_
_13 — 6,86_

9 — 7,25
13 — 6,89

_10 — 7,40_
14 — 6,86
_7 — 7,83*_
30 — 7,03

_13 — 7,02_
15 — 7,68†

6 — 7,47
_16 — 7,19_
_18 — 7,44_
47 — 7,42

14 — 7,46
_17 — 7,38_

_17 — 7,44_
26 — 7,50
32 — 8,78†*

Jahre alt — $\frac{R}{L}$.

5 — 7,26
15 — 6,88
_17 — 6,44_

_7 — 6,87_
_9 — 6,88_
12 — 7,58
15 — 6,62

_4 — 8,30*_
10 — 6,98
12 — 7,03

_6 — 8,27*_
_9 — 7,09_
_11 — 6,84_

_7 — 6,71_
10 — 7,35

10 — 6,72
19 — 7,67†
_9 — 6,92_
_13 — 7,49_
_6 — 7,65*_
7 — 7,05

_4 — 8,44*_
_5 — 7,85*_
9 — 7,06

_9 — 7,09_
14 — 7,41

10 — 7,44
_20 — 7,25_
_28 — 8,36†_

6 — 7,45
_13 — 8,09†_

In diesen 33 Familien hält sich der Capacitätsquotient der Gesunden, wenn man dem Alter der kleinen Kinder etwas

zu Gute rechnet, innerhalb einer Grenzweite von 0,7, während sie normaler Weise zwischen 6,0 und 7,6 also 1,6 betragen darf. Nur bei folgenden 2 Familien

| | |
|---|---|
| 7 — 6,54 | *7 — 7,00* |
| *11 — 6,04* | *12 — 6,49* |
| 13 — 7,23 | *14 — 7,47* |

beträgt sie mehr, aber niemals mehr als 1,0. Von den 129 Fällen der Tabelle sind 91 hier in Familien untergebracht und gilt also bis auf die 6 letzten eine um die Hälfte genauere Annäherung der Quotienten, als sie die Norm verlangt. Die 38 nicht untergebrachten Fälle sind solche, wo entweder nur ein einziges Kind verhanden war, oder die Geschwister sich nicht zur Prüfung gestellt haben.

Wir lassen nun noch 3 unten näher erwähnte Familien folgen, in denen die Kinder und Eltern den Charakter des Schwächlichen, Krankhaften, Verkümmerten an sich tragen:

| | | |
|---|---|---|
| | 7 — 8,03 | |
| *7 — 7,66* | 10 — 8,22 | |
| *13 — 7,74* | *13 — 8,04* | 9 — 8,25 |
| 19 — 8,83 | *18 — 7,97* | 11 — 7,73 |

Alles dieses drängt zu der Annahme, dass ein gewisser gemeinsamer Einfluss die einzelnen Capacitätsquotienten innerhalb derselben Familie beherrscht als eine erbliche Eigenthümlichkeit. Und wenn auch diese gerade nicht als eine so stereotype gelten mag, dass man jeder Familie ihren Capacitätsquotienten etwa über die Eingangspforte des Hauses schreiben könnte, so ist auf der andern Seite nicht einzusehen, warum, wenn die Farbe der Pupille und Haare, wenn lange Nasen, dicke Lippen, Schönheiten und Missbildungen aller Art, wenn manche Krankheiten als von Haus aus constitutionelle Eigenschaften sich vererben, nicht auch eine gewisse Grösse der Lunge zugleich mit einem bestimmten Bau des Rumpfes sich als Familiencharakter manifestiren könne. Es ist dies um so plausibler, wenn Lebensweise, Beschäftigung, Nahrung, Wohnort, Luft etc. für sämmtliche Glieder der Familie dieselben sind.

Hierher gehört die Erwähnung der Thatsache, dass die Lungencapacität der Engländer um mehr als $^1/_7$ grösser ist als die der Deutschen. Wir finden die Erklärung für diese nationale Eigenthümlichkeit in folgenden Thatsachen, welche mit unsrer Anschauung von einer Beziehung zwischen Lungencapacität und dem übrigen Körper und Rumpf in vollkommenem Einklang stehen. Während nämlich in allen Staaten des Continents seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts das Militärmaass

stets mehr und mehr herabgesetzt werden musste (in Sachsen, Preussen um $^1/_8$—$^1/_9$ der ganzen Körperhöhe) hat allein England das alte Maass beibehalten, und das Mittelmaass (der Studenten in Oxford und Cambridge) 176,8 Cm. beträgt 20 Cm. mehr als bei uns. Jene Grössenabnahme ist ein Symptom der Degeneration des menschlichen Organismus, welche seit 70—80 Jahren sich in auffallender Weise gezeigt hat. Der Beginn derselben fällt genau mit einem gewaltigen Umschwung im System der Landwirthschaft zusammen, mit der allgemeinen Einführung des Kartoffel- und Futterbaus auf Kosten des Leguminosen- und Getreidebaus. Bei dem hierdurch in der Nahrung eingetretenen Mangel an Phosphaten war die Ausbildung des Skeletts in früherer Grösse und Vollkommenheit nicht mehr möglich. Dass die Engländer von diesem Umschwung verschont blieben, hat darin seinen Grund, dass sie früher als wir die Bedeutung des phosphorsauren Kalks für die Agricultur erkannten und die Knochenerde aus aller Welt nach ihrem Boden zusammenführten. Es betrifft diese geringe Entwicklung des Skeletts natürlich nicht bloss den Längsdurchmesser, sondern sie zeigt sich in allen Richtungen. Auch der Umfang des Thorax ist bei dem Engländer verhältnismässig grösser — natürlich auch der vom Rumpf eingenommene Raum und die in ihm beherbergten Organe. Sie und mit ihnen auch die Lungencapacität wachsen sogar im Cubus, also in einem noch rascheren Verhältnis als die Längenmaasse und Quadratmaasse der Oberfläche. Trotz dieser grösseren Lungencapacität der Engländer wird der Capacitätsquotient $\left(\frac{R}{L}\right)$ kein kleinerer und besserer sein: denn auch der aus den grösseren Maassen resultirende Cubikinhalt des Rumpfs (R) ist in einem der vitalen Capacität (L) entsprechenden Verhältnis gewachsen.

## 2. Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Luft.

Ausser der erblichen Anlage kommt die chemische Beschaffenheit der umgebenden Luft als ein zweites sehr wichtiges Moment in Betracht, das vom allergrössten Einfluss ist.

Die Chemie ist uns die analytische Unterscheidung einer sogen. „guten“ und „schlechten“ Luft noch schuldig. Der grössere Kohlensäuregehalt ist nicht das Schädliche der Stubenluft, der Luft in Schulhäusern, Krankensälen und andern bewohnten abgeschlossenen Räumen — denn eine weit be-

deutendere Zumischung **künstlich** entwickelter Kohlensäure zur atmosphärischen Luft wird ohne den geringsten Nachtheil ertragen —: der grosse $CO_2$gehalt ist nur das allein bekannte Symptom, welches andeutet, dass andere schädliche, bis jetzt nicht chemisch nachweisbare Stoffe durch die Menschen und Thiere der Luft beigemischt sind, Stoffe, für welche bis jetzt der Geruchsinn das einzige Reagens ist, und welche die sogen. „dumpfe“ „moderige“ „schlechte“ Beschaffenheit der Luft ausmachen. — Auch für die Unterscheidung der „Stadtluft“ und einer guten „Wald- oder Landluft“ fehlt uns der bestimmte Nachweis der sie constituirenden Elemente. Freilich wird der Stadtluft gar Manches in die Schuhe geschoben, was einem längern Aufenthalt in Zimmerluft, dem Mangel an Bewegung, regelmässiger Lebensweise und gutem Trinkwasser, und andern nachtheilig wirkenden Einflüssen zuzuschreiben ist: aber wenn man auch allen diesen Momenten Rechnung trägt, so genügen sie doch nicht zu einer erschöpfenden Erklärung der verschiedenen Wirkungen der **freien atmosphärischen** Luft in Städten und auf dem Lande. Dass bei dem Zusammenleben einer grössern Menschenmenge und bei Anhäufung gewisser Gewerbe (Schlächtereien) und chemischer Fabriken und dergl. der atmosphärischen Luft gar mancherlei schädlich wirkende Emanationen einverleibt werden, ist natürlich, zumal wenn die Städte in sumpfiger Gegend liegen, eng gebaut sind ohne Unterbrechung der Häuserreihen durch grüne Vegetation. Wenn nun constatirt ist, dass Intestinalkatarrhe durch eine putride Atmosphäre erzeugt, nicht eher verschwinden bis eine Ortsveränderung und damit ein Luftwechsel eingetreten ist, so könnte man auf analoge Weise sich die verschiedene Wirkung eines dauernden Aufenthalts in der Stadt- und Landluft plausibel machen. Indess erhalten wir von anderer Seite her einen Wink der uns zu einer bessern Erklärung verhelfen wird.

Der Unterschied im Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft an verschiedenen Orten ist nicht bedeutend — doch muss er z. B. gross genug sein, um die geringere Dyspnoe eines Emphysematikers in der, wie man auch gewöhnlich sagt, „sauerstoffreichern“ Atmosphäre von Fichtenwäldern verständlich zu machen. (Eine chemische Analyse der „Waldluft“ existirt bis jetzt nicht.) Wenn auch nur $^3/_{13}$ Vol. der gegesammten Sauerstoffmenge des Bluts nach dem **Dalton**schen Gesetz einfach absorbirt und die übrigen $^{10}/_{13}$ chemisch gebunden sind (**Fernet**), so ist es doch begreiflich, dass der Aufenthalt in einer Atmosphäre mit einem wenn auch nicht

viel geringeren Partiardruck des Sauerstoffs doch mit der Länge der Zeit eine weniger günstige Wirkung auf den Gesammtorganismus besonders kranker Individuen, äussern wird als ein langer Aufenthalt in einer wenn auch nicht viel sauerstoffreichern Landluft.

Alle diese Einflüsse auf die Gesammtconstitution bedingen natürlich auch einen Unterschied in der Ernährung und Entwicklung der bei der Respiration betheiligten Organe, der Lunge und der Respirationsmuskeln. Dazu aber kommt endlich noch ein ganz besonderer directer Einfluss des Sauerstoffs der Luft auf das Lungengewebe und besonders die Muskelhaut der Bronchialwände durch unmittelbaren Contact — welcher die so schnell eintretende ganz bedeutende Steigerung der Lungencapacität in comprimirter Luft (von der weiter unten die Rede sein wird) allein erklärlich macht. So erkläre ich mir auch die wiederholt gemachte Beobachtung, dass die Capacität nach einem Gang in freier Luft um 50 CCm. zugenommen hatte. (Näheres siehe C. pag. 189).

a. Als 1. Beleg für den Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Luft auf die Lungencapacität lassen wir eine Tabelle weniger Fälle aus der Stadt Wiesbaden folgen:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ . | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 58 | 46 | 1500 | 4,62 | 1,78 | 8,22 |
| 2 | 10 | 60 | 47 | 1750 | 4,77 | 1,61 | 7,68 |
| 3 | 11 | 61 | 49 | 2000 | 4,85 | 1,49 | 7,23 |
| 4 | 11 | 62 | 48 | 1750 | 4,93 | 1,70 | 8,38 |
| 5 | 12 | 64 | 50 | 2275 | 5,09 | 1,41 | 7,18 |
| 6 | 13 | 66 | 54 | 2350 | 5,25 | 1,52 | 7,98 |
| 7 | 13 | 67 | 58 | 2600 | 5,33 | 1,49 | 7,94 |
| 8 | 15 | 69 | 50 | 2200 | 5,49 | 1,57 | 8,62 |
| 9 | 14 | 70 | 52 | 2425 | 5,57 | 1,50 | 8,36 |
| 10 | 13 | 71 | 59 | 2975 | 5,65 | 1,41 | 7,97 |
| 11 | 15 | 72 | 57 | 2750 | 5,73 | 1,49 | 8,54 |
| 12 | 17 | 73 | 59 | 3075 | 5,81 | 1,40 | 8,13 |
| 13 | 17 | 73 | 62 | 3050 | 5,81 | 1,48 | 8,60 |
| 14 | 18 | 75 | 59 | 3100 | 5,97 | 1,43 | 8,54 |
| 15 | 37 | 79 | 62 | 3900 | 6,29 | 1,26 | 7,93 |
| 16 | 16 | 80 | 63 | 3675 | 6,37 | 1,37 | 8,73 |
| 17 | 23 | 81 | 67 | 4900 | 6,45 | 1,11 | 7,16 |
| 18 | 28 | 85 | 62 | 4650 | 6,76 | 1,13 | 7,64 |

Leider kann ich über Lebensweise, überstandne Krankheiten, Gesundheit der Familien etc. bei der Mehrzahl dieser 18 Individuen keine Auskunft geben: $^2/_3$ derselben habe ich von der Strasse aufgegriffen, um durch eine vorläufige Prüfung eine Ansicht darüber zu gewinnen, ob es sich überhaupt der Mühe lohne, den Gegenstand weiter zu verfolgen. Die 14 ersten gehören dem Proletariat an, bringen jedoch die schulfreie Zeit auf der Strasse und in freier Luft hin. No. 17 ist ein 23jähriger Gärtner, normal gebaut, kräftig und gesund, und wenn wir seinen Capacitätsquotienten 7,16 und den von No. 5, einem 12jährigen Knaben 7,18 als den Ausdruck für das Maximum der in der Stadtluft vorhandenen vitalen Capacität annähmen, so würde sich genau dieselbe Grenzweite 1,6 der normalen Capacitätsquotienten ergeben wie auf dem Lande, in runder Zahl von 7,2—8,8, sodass die normalen Grenzen vom Lande 6,0—7,6 nur um 1,2 verschoben sich darstellten. Der mittlere Capacitätsquotient wäre 8,05, betrüge also nur 1,0 mehr als auf dem Lande.

Die Vermuthung liegt nahe, dass in verschiedenen Gegenden, auf dem Lande sowohl wie in der Stadt, die Capacitätsquotienten verschieden sind allein in Folge der verschiedenen Luftbeschaffenheit. Wie wenig überhaupt wir über letztere unterrichtet sind, zeigen z. B. die auffallend wechselnden Erscheinungen beim Asthma nervosum s. bronchiale. Ich hatte einen Fall zur Beobachtung in comprimirter Luft (die nach unserer weiter unten entwickelten Ansicht über die Wirkungsweise der comprimirten Luft sowie nach den therapeutischen Versuchen beim Asthma nervosum contraindicirt ist) — ein Mensch von 30 Jahren war in der kurzen Zeit von $^1/_2$ Jahr nach seiner Verheirathung auffallend fett geworden und bekam Tage und Wochen lang dauernde asthmatische Beschwerden, so lange er in Wiesbaden sich aufhielt. Ging er nach Mainz, so war er geheilt; als er nach einem längern Aufenthalt in Gleisweiler nach Wiesbaden zurückkehrte, stellte sich das Asthma wieder ein. Er wurde von Dr. Heymann durch eine Bantingcur geheilt.

b. Als zweiten Beleg für den Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Luft auf die Lungencapacität führe ich 3 Bergleute an, welche 10 Stunden täglich im Bergwerke arbeiten und zwar der erste bereits seit 3 Jahren, der zweite 1 Jahr, der dritte $^1/_2$ Jahr; ausserdem ist zu bemerken, dass der erste vor 4 Jahren eine schwere Quetschung des Thorax erlitten, von der übrigens nichts weiter mehr zu sehen ist als die Residuen eines geheilten Bruchs der Clavicula.

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ | $\cdot \frac{ph}{L}$ | $= \frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27 | 89 | 60 | 4400 | 7,08 | 1,21 | 8,57 |
| 2 | 25 | 81 | 63 | 4250 | 6,45 | 1,20 | 7,74 |
| 3 | 15 | 72 | 53 | 2850 | 5,73 | 1,34 | 7,68 |

### c. Einfluss der comprimirten Luft.

Am eclatantesten wird die Wichtigkeit der chemischen Beschaffenheit der Luft für die Lungencapacität durch die Beobachtungen in comprimirter Luft dargethan.

Es ist hier nicht der Ort, die Einrichtung der betr. Luftglocken näher zu erörtern; desgleichen werden wir die sonstigen physiologischen Wirkungen der comprimirten Luft auf Ernährung und Allgemeinbefinden, ebenso auf Puls, Respiration, Temperatur ausser Acht lassen. Ich habe in Bezug auf letztre innerhalb dreier Monate an 6, theils kranken theils gesunden Individuen umfängliche Beobachtungen angestellt und Tabellen angefertigt, welche mit den seitherigen Beobachtungen grösstentheils nicht übereinstimmen. Man hat bei den Versuchen seither stets den grossen Fehler begangen, dass man nicht zur selben Tageszeit und unter sonst gleichen Verhältnissen auch ausserhalb der comprimirten Luft Beobachtungen machte und damit die in der comprimirten Luft angestellten verglich. Man betrachtete z. B. als Wirkung der comprimirten Luft, was der typische Verlauf der Temperaturcurvre in der betreffenden Tageszeit auch ausserhalb derselben ist. Ich werde die Tabellen und das Resultat dieser Untersuchungen in einer andern Arbeit über die „physiologischen und Heilwirkungen der comprimirten Luft“ veröffentlichen.

Auch die Einwirkung der comprimirten Luft auf die Lungencapacität habe ich (ausser der nebenhergehenden zeitweiligen Berücksichtigung bei den 6 ebengenannten Fällen) an 3 weitern Individuen eingehender untersucht. Die ganz überraschende Steigerung der vitalen Lungencapacität hörte ich vielfach durch die zunehmende Geschicklichkeit und die Uebung der In- und Exspirationsmuskeln erklären. Um diese Fehlerquelle auszuschliessen, habe ich die 3 Individuen (sie sind No. 13, 14 und 16 in der Tabelle der Wiesbader Fälle) von 16, 17, 18 Jahren zu derselben Tageszeit, während welcher sie später die Sitzungen in der comprimirten Luft gebrauchten, 5 mal innerhalb zweier Stunden, also mit $^1/_2$ stündigen Pausen

jedes Mal 5—6 Blaseversuche an dem Spirometer machen lassen und dies 24 Tage hindurch fortgesetzt, d. h. so lange bis keine Steigerung der Spirometergrösse mehr zu erzielen war. Nachdem so Jeder circa 700 Mal den Versuch ausgeführt hatte, wobei ich immer die höchste Zahl notirte, liess ich in der comprimirten Luft (in der schönen Kaltwasserheilanstalt Dietenmühle bei Wiesbaden) die gleichen Versuche wiederholen, gestattete jedoch, um den Gedanken an eine weitere Uebung durchaus unmöglich zu machen, bei jedem der 5 Versuche nur eine einmalige Ausführung.

No. 1 in der folgenden Tabelle nahm 18 Sitzungen und zwar 11 bei 150 Mm. Ueberdruck oder $1\frac{1}{5}$ Atmosphärendruck und 7 bei 300 Mm. Ueberdruck oder $1\frac{2}{5}$ Atmosphärendruck;

Nr. 2 nahm 17 Sitzungen, 10 bei 150 und 7 bei 300 Mm. Ueberdruck;

No. 3 nahm nur 6 Sitzungen, 4 bei 150 und 2 bei 300 Mm. Ueberdruck, und zwar lagen zwischen den 3 letzten Sitzungen 2 Pausen von 7 und 5 Tagen. Das ausführliche Verzeichnis der einzelnen Versuche bei jeder Sitzung halte ich ebenfalls für die andere Arbeit, welche mich zu dieser jetzigen Untersuchung veranlasste, zurück und führe nur das Endresultat der Gesammtwirkung an, bemerke jedoch ausdrücklich, dass dies nicht *während* der Sitzung, wo die Spirometergrösse immer bedeutend steigt, sondern *vor* der letzten Sitzung bei jedem Einzelnen erhoben ist und zwar 3 Tage nach der siebzehnten bei No. 1, nach der sechzehnten bei No. 2 und 5 Tage nach der fünften Sitzung bei No. 3. Es zeigte sich bei allen Dreien nach dem Gebrauch der comprimirten Luft eine geringe Abnahme des Thoraxumfangs. — Durch 700malige *Uebung* ausserhalb der comprimirten Luft erfolgte eine Steigerung der vitalen Capacität bei No. 1 um 225, bei No. 2 um 400, bei No. 3 um 200 Ccm.; durch die Einwirkung der *comprimirten Luft* erfolgte dann noch eine *weitere* Steigerung, sie betrug

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| bei No. | 1 | 3 Tage nach der | 17. | Sitzung | 500 | CCm. |
| - - | 2 | 3 - - - | 16. | - | 550 | - |
| - | 3 | 5 - - - | 5. | - | 400 | - |

| No. | | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Am 1ten Tage . . . . . . . . . . . . . | 16 | 80 | 62 | 3675 | 6,37 | 1,37 | 8,73 |
| | Am 24sten Tage der Uebung . . . . . . | — | 80 | — | 3900 | — | 1,29 | 8,22 |
| | 3 Tage nach der 17ten Sitzung in comprim. Luft | — | 79 | — | 4400 | 6,29 | 1,13 | 7,11 |
| | Das Maximum in der 18ten Sitzung betrug . | . . | . . | . . | 4625 | — | — | — |
| 2 | Am 1ten Tage . . . . . . . . . . . . . | 18 | 75 | 59 | 3100 | 5,97 | 1,43 | 8,54 |
| | Am 24sten Tage der Uebung . . . . . . | — | 75 | — | 3500 | — | 1,26 | 7,52 |
| | 3 Tage nach der 16ten Sitzung . . . . . | — | 73 | — | 4050 | 5,81 | 1,06 | 6,16 |
| | Das Maximum während der 17ten Sitzung betrug | . . | . . | . . | 4300 | — | — | — |
| 3 | Am 1ten Tage . . . . . . . . . . . . . | 17 | 73 | 62 | 3050 | 5,81 | 1,48 | 8,60 |
| | Am 24sten Tage der Uebung . . . , . . | — | 73 | — | 3250 | — | 1,39 | 8,08 |
| | 5 Tage nach der 5ten Sitzung . . . . . | — | 71 | — | 3650 | 5,65 | 1,21 | 6,84 |
| | Das Maximum während der 6ten Sitzung betrug | . . | . . | . . | 3900 | — | — | — |

Leider waren die drei Versuchsobjecte auch durch Versprechungen nicht mehr länger von der Frühjahrsarbeit zurückzuhalten, so dass sich noch nicht absehen lässt, wie weit überhaupt eine Steigerung möglich ist.

Die Capacitätsquotienten, fast die höchsten der Stadt (siehe pag. 187 No. 16, 14, 13) wurden herabgesetzt

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei No. 1 | durch Uebung | um 0,51, | durch 17 | Sitzungen | um 1,11 |
| - - 2 | - - | - 1,02, | - 16 | - | - 1,36 |
| - - 3 | - - | - 0,52, | - 5 | - | - 1,24 |

und sind so in die normalen Grenzen derjenigen für das Land eingetreten: der von No. 2 kommt den besten (6,0), der von No. 1 dem Mittel (7,0) nahe, der von No. 3 ist besser als das Mittel.

Dass diese Besserung Dauer hat, wird von allen Beobachtern bestätigt und habe ich an mir selbst sowohl in Betreff der Lungencapacität als auch in anderer Beziehung bestätigt gefunden. Während ich nämlich einige Jahre an Dyspnöe und asthmatischen Beschwerden gelitten hatte in Folge eines beginnenden Emphysems, bin ich seit dem Gebrauch der comprimirten Luft d. i. seit 2 Jahren von allen diesen Beschwerden befreit und habe (auch in den beiden Wintern nicht) niemals eine Spur von katarrhalischen Affectionen, an denen ich sonst sehr häufig litt, mir zugezogen. — Auch der Fall No. 3 lehrt die nachhaltige Wirkung sehr deutlich. Meine Tabelle zeigt nach einer 7 tägigen Pause, welche den 4 ersten Sitzungen mit 150 Mm. Ueberdruck folgte *vor* der fünften Sitzung eine Zunahme von 100 Ccm. gegen die Zahl *vor* der 4. Sitzung; die fünfte Sitzung wurde bei 300 Mm. Ueberdruck genommen und war die Wirkung die, dass nach 5 tägiger Pause die Capacität abermals 200 Ccm. mehr als vor der fünften Sitzung betrug. Ebenso zeigen die beiden andern Fälle No. 1 und 2 nach den einige Mal eingetretenen Pausen von 2—3 Tagen stets noch eine bedeutende Steigerung gegen die Zahl *vor* der vorausgegangenen Sitzung. Wie lange die Wirkung nachhält, und ob und in welchen Zwischenräumen eine Wiederholung der Cur nöthig ist, darüber fehlen noch die nöthigen Erfahrungen. Jedenfalls ist der Einfluss der comprimirten Luft für *lange* Zeit nachwirkend, wenn eine genügende Zahl von Sitzungen (30—40) genommen wurden.

Was also die Stadtluft und das Leben in schlecht ventilirten Wohnungen verdorben hat, wird durch die comprimirte Luft in ganz kurzer Zeit so vollständig geheilt, als hätten diese Menschen stets auf dem Lande in der besten Luft gelebt —

es erreicht die vitale Lungencapacität wieder das Maximum, welches für eine gesunde Lunge von Haus aus als Norm bestimmt ist.

Trotz dieser erstaunenswerth günstigen Erfolge wird die Heilwirkung der comprimirten Luft noch immer nicht hinreichend gewürdigt, und schüttelt gar mancher Praktiker den Kopf über solche Neuerungen. Freilich wenn man bei v. Vivenot liest, dass die Steigerung der Lungencapacität „durch mechanische Erweiterung der Lunge“ zu Stande komme, dass das Zwerchfell sowohl bei der Inspiration wie Exspiration in verdichteter Luft tiefer stehe; wenn er als Erfolg preist, dass bei ihm die Leberdämpfung um 2 Cm. tiefer gerückt, die Herzdämpfung kleiner geworden und 3 Wochen nach der letzten Sitzung diese Verhältnisse noch ebenso fortbeständen — dass es also nichts Besseres giebt, ein Emphysem zu acquiriren, als comprimirte Luft — und gleich darauf unter Anderm Emphysem, Bronchiektasie durch kein bisher gekanntes Mittel effectvoller behandelt werden sollen: so wird auch der Geringsten Einer durch solche anatomische Vorstellungen stutzig gemacht und wird von dieser Homöopathie nichts wissen wollen. Der „geträumte paradiesische Begriff der Panacee“ oder, weniger euphemistisch ausgedrückt, der schlechte Ruf eines Universalmittels hat noch immer eine gute Sache verdorben. Dennoch steht das Factum fest, dass comprimirte Luft das beste Heilmittel für Emphysem ist, dass sie zwar nicht die atrophirten Intersepta der Alveolen restituiren, aber soweit es sich um die stets vorhergehende Erschlaffung und Abnahme der Elasticität handelt, wirklich heilen kann — aber die Begründung ist gerade umgekehrt: nämlich nicht weil die vitale Capacität durch mechanische Erweiterung der Lunge, sondern durch das gerade Gegentheil, durch eine Zunahme der Elasticität und Retractionsfähigkeit des Gewebes gesteigert wird. Indem wir eine ausführlichere Begründung dieser Behauptung uns vorbehalten, wollen wir hier nur das Nöthigste zur Erläuterung folgen lassen.

Vor Allem ist die Vorstellung von der Hand zu weisen, dass etwa die schwerere verdichtete Luft wie flüssiges Quecksilber in die Alveolen dringe und sie von innen ausweite. Ob verdichtete oder verdünnte Luft — die Lunge wird nicht ein Haar breit in ihren Grenzen mechanisch verrückt: derselbe Druck, der innen vorhanden, ist auch aussen und drückt, wenn auch nicht unmittelbar, auch auf das Zwerchfell. v. Vivenot selbst lässt übrigens (wie J. Lange) die Zunahme der Lungencapacität hauptsächlich von der Kraft der Respirations-

muskeln abhängen, welche, wie überhaupt die Muskelkraft, in comprimirter Luft zunimmt. Da nun aber die Versuche mit dem Pneumatometer beweisen, dass wir mit weit grösserer Kraft exspiriren als inspiriren, so folgt schon hieraus, dass mit zunehmender Kraft die activen Exspirationsmuskeln (Bauchmuskeln) das Zwerchfell und die Leber höher treiben und zugleich die untere Brustapertur verengen. Diese schnelle Zunahme der Muskelkraft lässt sich nur durch eine gesteigerte Sauerstoffzufuhr erklären. Jene $^3/_{13}$ des im Blut enthaltenen Sauerstoffvolums, welche einfach absorbirt sind, begreifen in comprimirter Luft soviel Gewichtstheile Sauerstoff mehr in sich, dass der Sauerstoffgehalt des Blutes im Volumen ausgedrückt bei $^1/_5$ Atmosphäre Ueberdruck um $^1/_{22}$, bei $^2/_5$ Atmosphäre Ueberdruck um $^1/_{11}$ vermehrt sein muss. — Wenn aber auch die erhöhte Thätigkeit der Respirationsmuskeln die auffallend schnelle und grosse Zunahme um 400—500 Ccm. während des Aufenthalts in comprimirter Luft theilweise mit veranlasst, so kann sie jedoch nicht zur Erklärung der Thatsache herangezogen werden, dass noch nach Tagen und Wochen, wo sich jener Sauerstoffüberschuss im Muskel längst wieder ausgeglichen haben muss, eine, wenn auch etwas geringere, aber immer noch sehr bedeutende Erhöhung der vitalen Lungencapacität fortbesteht und dass ferner diese Erhöhung auch dann eintritt, wenn durchaus keine Versuche mit dem Spirometer, keine Muskelanstrengungen während der Sitzung vorgenommen werden, wenn die Respirationsbewegungen bei gleicher Frequenz so oberflächlich erfolgen, dass sie kaum zu zählen sind. Dieser oberflächliche Respirationsmodus aber, welcher in der sauerstoffreichern Luft stets eintritt (wenn man die Leute nicht veranlasst, die Frequenz der Respirationen zu verringern) und welche bei Emphysem, Haemoptoe etc. zur Besserung durch Schonung der Respirationsorgane viel beiträgt, setzt die Sauerstoffaufnahme ins Blut wieder beträchtlich herab. Trotzdem haben wir bei einem Tuberculösen eine Zunahme von 350, bei einem Gesunden um 400 und bei einem angehenden Emphysematiker um 600 Ccm. nach einem Monat constatiren können. Die weit grössere Zunahme der vitalen Capacität bei Letzterm erklärt sich daraus, dass wir es bei beginnendem Emphysem nicht gleich mit einer Atrophie der Intersepta, einer Rareficirung des Gewebes, sondern mit einer Erschlaffung der Alveolenwände zu thun haben, die, wie gerade dieser Fall zeigt, noch heilbar ist. Diese letztern 3 Leute haben also einfach in der comprimirten Luft gesessen, Puls, Temperatur und Respiration an sich beobachten lassen und

haben keine Muskelanstrengungen zu Spirometerversuchen gemacht. Erwägt man die eben angeführten Momente, so bleibt uns nichts übrig als eine directe Einwirkung des Sauerstoffs auf das Lungengewebe und besonders die Bronchialmuskeln für die Erklärung zu Hilfe zu nehmen, die wir uns analog dem Einfluss des Sauerstoffs auf den quergestreiften Muskel denken müssen. Die so gesteigerte Retractionsfähigkeit der Lunge wird noch einen Theil der Residualluft austreiben und dadurch die Zunahme der in dem Spirometer aufgefangnen Luftmenge bewirken. Damit stimmen meine Beobachtungen über Hinaufrücken des Zwerchfells, Vergrösserung der Herzdämpfung, welche ich bei den 3 gesunden Burschen nach den Höllensteinstrichen deutlich constatiren konnte, überein — an mir selbst, der ich nach Griesingers Diagnose mit „einem beginnenden noch heilbaren Emphysem“ behaftet war, erfolgte ein Hinaufrücken der Leberdämpfung um mehr als einen Intercostalraum.

Anhangsweise sei zur Begründung unserer Behauptung, dass die Kraft der äussern Musculatur nicht den ihr zugesprochenen grossen Einfluss auf die Grösse der vitalen Capacität hat, auch das noch angeführt, dass jene 3 Bergleute, welche ich pag. 188 *b* erwähnt habe, eine sehr bedeutende Muskelkraft besitzen und doch einen schlechten Capacitätsquotienten lieferten. Das Gleiche wird sich bei sonst kräftigen Leuten, welche längere Zeit in schlechter Luft gelebt haben, bestätigen lassen: nur die Retractionsfähigkeit des Lungengewebes hat abgenommen, noch nicht die sonstige Körperkraft. Ein geringer Grad von Muskelschwäche selbst ist für die Versuche am Spirometer von keiner Bedeutung; die zu bewältigende Arbeit ist nicht bedeutend, und eine nur einen Augenblick dauernde Steigerung der Muskelenergie ist auch dem Schwächern möglich.

Alle diese Betrachtungen und Beobachtungen über die verschiedenen Lungencapacitäten in verschiedener Luft müssen uns die Ueberzeugung gewinnen lassen, dass die chemische Beschaffenheit der Luft dabei von dem grössten Einfluss ist; und wir haben in den verschiedenen Capacitätsquotienten gewissermaassen einen mathematischen Gesammtausdruck für den Grad der Heilsamkeit der Luft an verschiedenen Orten, d. h. bei sonst gleichen Verhältnissen. Vielleicht auch dass einmal für die Aetiologie chronischer Lungenkrankheiten (Tuberculose, Emphysem) aus diesen Beobachtungen Nutzen zu ziehen ist.

III. Abschnitt.

## Aenderung des Capacitätsquotienten durch Krankheit.

Wie ändert sich der Capacitätsquotient durch Krankheit? Es ist dies eine für die praktische Verwerthung der vitalen Capacität sehr wichtige Frage, insofern es sich nämlich darum handelt, ob jene Aenderung denn auch so ausgesprochen und in dem Grade hervortritt, dass sie als diagnostisches Hülfsmittel zu gebrauchen ist. Leider ist die Zahl der hierhergehörigen Fälle, deren ich habhaft werden konnte, nur eine sehr geringe.

Dabei ist nun zu unterscheiden, ob wir es mit einer Krankheit, einer Degeneration der Gesammtconstitution zu thun haben, die sich natürlich auch an den bei der Respiration betheiligten Organen durch eine veränderte Capacität kund giebt, oder mit einem die Lunge selbst oder ihre Ueberzüge und den Thorax betreffenden Leiden. Wir lassen zunächst 12 Fälle vom Lande folgen, welche der erstern Kategorie angehören.

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 56 | 37 | 1150 | 4,46 | 1,80 | 8,03 |
| 2 | 10 | 58 | 43 | 1400 | 4,62 | 1,78 | 8,22 |
| *3* | *13* | *64* | *52* | *2100* | *5,09* | *1,58* | *8,04* |
| *4* | *18* | *70* | *57* | *2800* | *5,57* | *1,43* | *7,97* |
| *5* | *7* | *52* | *41* | *1150* | *4,14* | *1,85* | *7,66* |
| *6* | *13* | *62* | *48* | *1900* | *4,93* | *1,57* | *7,74* |
| 7 | 19 | 73 | 49 | 2350 | 5,81 | 1,52 | 8,83 |
| 8 | 9 | 56 | 43 | 1300 | 4,46 | 1,85 | 8,25 |
| 9 | 11 | 60 | 46 | 1700 | 4,77 | 1,62 | 7,73 |
| 10 | 15 | 63 | 51 | 2000 | 5,01 | 1,61 | 8,07 |
| *11* | *15* | *72* | *54* | *2600* | *5,73* | *1,50* | *8,60* |
| *12* | *28* | *70* | *59* | *2750* | *5,57* | *1,50* | *8,36* |

Die 9 ersten Fälle vertheilen sich den Klammern entsprechend auf 3 Familien und geben sich bis auf No. *4* gleich durch die äussere Erscheinung als krankhafte zu erkennen. Der Vater der ersten Familie ist ein kleiner bleicher Schuhmacher — und es wird bei diesem Handwerk, wie wir gleich sehen werden, die Capacität immer herabgesetzt — die Mutter ist ebenfalls kränklich. Die zweite Familie bei der die Mutter rüstiger, der Vater aber von zurückgebliebenem Wachsthum ist,

lebt äusserst ärmlich, und sind die Kinder fast krüppelhaft zu nennen. Der Vater der dritten Familie ist ein hagerer langgewachsner flachbrüstiger Schneider; auch diese Familie lebt arm, und habe ich den einen Jungen No. 8 (mit feiner durchscheinender Haut, gracilem gebrechlichem Habitus) mehrmals an profusem Nasenbluten behandelt, auch zeigt er an der rechten Lungenspitze leichte Dämpfung. Sonst lässt sich bei allen 9 Individuen kein besonderes Leiden nachweisen: aber die Vertheilung an ein Paar Familien scheint anzudeuten, dass wir es mit einem Erbfehler zu thun haben, was denn auch bis auf No. *4* die äussere Erscheinung bestätigt.

Nr. 10 ist ein bleicher Müllerbursche mit tuberculösem Habitus, den wir hier desshalb einreihen, weil an seiner schlechten Lungencapacität mehr die allgemeine Constitution als etwa ein durch sein Gewerbe entstandenes Leiden der Respirationswege Schuld trägt.

Von No. *11* weiss ich jetzt, wo über ein Jahr seit der Zeit der Versuche verflossen ist, nur zu berichten, dass beide Eltern und der einzige Bruder kleine bleiche krankaussehende Leute sind.

No. *12* ist ein schöngewachsnes Mädchen mit gutem Panniculus adiposus, das in Folge hochgradiger Chlorose seit 3 Jahren an Amenorrhoe und Fluor albus leidet, ein wachsbleiches Aussehen zeigt, über allgemeine Schwäche, bedeutende Kurzathmigkeit und häufiges Herzklopfen klagt, ärmlich lebt, nebenbei Wäscherin ist und sich also öfters in schlechter Luft aufhält.

Fälle, bei denen das Handwerk einen schlechtern Capacitätsquotienten verschuldet hat, und bei denen es sich schon um Erkrankung der Respirationsorgane und des Thorax handelt, sind folgende:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 27 | 80 | 66 | 4400 | 6,37 | 1,20 | 7,64 |
| 14 | 19 | 73 | 58 | 3200 | 5,81 | 1,32 | 7,67 |
| 15 | 32 | 89 | 60 | 4300 | 7,08 | 1,24 | 8,78 |
| 16 | 28 | 86 | 69 | 4600 | 6,84 | 1,29 | 8,82 |

Der Erste ist Müller und Bäcker: Der Mühlstaub bringt Husten und Katarrh; die Anstrengung beim Teigverarbeiten Emphysem, die Wirkung schlechter Luft in den heissen Backstuben mag auch von Einfluss sein.

Die drei Letzten sind Schuhmacher: No. 14 arbeitet nicht den ganzen Tag über; No. 15 ist ausserdem noch kurzathmig; No. 16 hat sich durch dieses Handwerk einen ganz verschobenen, schiefen Thorax zugezogen, sodass ich bei der Adspection vermuthete, die Formveränderung rühre von einer überstandenen einseitigen Pleuritis her — die Percussion giebt hierfür jedoch keine Anhaltspunkte, auch will er nie eine Brustkrankheit gehabt haben und behauptet, „es käme dies allein vom Schustern". Das Gewerbe der Schuhmacher behindert vor Allem die Inspirationsbewegungen und ausserdem wird der Thorax direct eingedrückt; als drittes Moment kommt der stete Aufenthalt in Zimmerluft hinzu. Auch beim Schneiderhandwerk kommt das erste und letzte Moment in Betracht.

2 Fälle von überstandener Pleuritis sind folgende:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ . | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 30 | 89 | 67 | 5150 | 7,08 | 1,16 | 8,21 |
| *18* | *13* | *62* | *45* | *1700* | *4,93* | *1,64* | *8,09* |

Ersterer arbeitete ausserdem 9 Jahre in der schlechten Kellerluft einer Oelmühle — dieser Fall wird uns seiner irreleitenden physikalischen Symptome wegen noch speciell interessiren —; No. *18* ist nebenbei chlorotisch: sodass der Einfluss der Pleuritis bei beiden sehr gering ist. Wir haben unter den normalen Fällen einen 10jährigen Jungen No. 82 eingereiht, den ich selbst an rechtsseitiger Pleuritis mit fast bis zur Achselhöhle reichendem Exsudat behandelt habe, und der dieselbe Krankheit schon einmal durchgemacht hatte — trotzdem ist sein Capacitätsquotient 7,44 (derjenige seiner 20jährigen Schwester 7,25). Wenn nicht sehr umfangreiche Verwachsungen der Pleuritis gefolgt sind, so beeinträchtigt sie die vitale Lungencapacität nur wenig.

Nahezu normale Fälle, aber höchst wahrscheinlich mit geringem Emphysem behaftet, sind:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 30 | 84 | 66 | 4825 | 6,68 | 1,15 | 7,68 |
| 20 | 45 | 75 | 57 | 3250 | 5,97 | 1,32 | 7,88 |

Ersteres ist Verfasser selbst; wenn er auch seit Gebrauch der comprimirten Luft von aller und jeder Dyspnoe befreit, die Leberdämpfung, wie erwähnt, in normaler Höhe beginnt, so spricht doch die etwas kleine Herzdämpfung vielleicht immer noch für einen geringen Grad von Emphysem.

No. 20 ist ein 45jähriger Mann, der oft schwere Arbeit verrichtet hat und überdies ein Alter zeigt, bei dem ohnehin „die Communication der Alveolen eines und desselben Infundibulums, die Reduction der Scheidewände auf Bälkchen wegen ihrer Regelmässigkeit normal genannt werden muss". (Henle, Eingeweidelehre.)

Ein Fall aus der Stadt Wiesbaden (wo also 8,0 das normale Mittel der Capacitätsquotienten) betrifft ein Asthma nervosum mit beginnendem Emphysem (bereits pag. 194 erwähnt):

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 22 | 79 | 58 | 3100 | 6,29 | 1,48 | 9,31 |
| Nach Gebrauch der comprim. Luft | | | | 3700 | — | 1,24 | 7,80 |

Der einzige Fall von sporadischer erworbner Tuberculose aus dem Dorf, welche übrigens trotz mehrerer Blutstürze vollkommen geheilt scheint, ist:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 24 | 87 | 64 | 4100 | 6,92 | 1,36 | 9,41 |

Aus der Stadt Wiesbaden ein Fall mit beginnender Tuberculose:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 21 | 82 | 60 | 3100 | 6,53 | 1,59 | 10,38 |
| Nach Gebrauch der comprim. Luft | | | | 3450 | — | 1,43 | 9,34 |

und ein solcher mit vorgeschrittener, bei dem $^1/_2$ Jahr später der Tod erfolgte:

| No. | Jahre alt | p | h | L | $\frac{r}{2}$ · | $\frac{ph}{L}$ = | $\frac{R}{L}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 30 | 89 | 63 | 2000 | 7,08 | 2,80 | 19,82 |
| Nach Gebrauch der comprim. Luft | | | | 2200 | — | 2,55 | 18,05 |

## IV. Abschnitt.

## Diagnostische Bedeutung der vitalen Lungencapacität.

Inwiefern lassen sich nun unsere Beobachtungen und die daraus gewonnenen Resultate praktisch verwerthen? — Die nähere Erörterung dieser Frage ist unsre letzte Aufgabe, und haben wir dabei nur die Schlussfolgerungen aus allem Frühern zu ziehen und zusammenzufassen.

Diagnostische Bedeutung hat die vitale Lungencapacität nur da wo es sich um Krankheiten der Lunge selbst und noch mehr wo es sich um den Verdacht solcher handelt. Dort

lehrt sie uns denGrad und den Fortschritt des Leidens; hier soll sie, wo unsre übrigen diagnostischen Hülfsmittel uns im Stiche lassen oder sogar irre führen (siehe unten), den Verdacht rechtfertigen resp. beseitigen. Zu diesem Zweck möchten wir den Satz so formuliren: Für das Land sind Capacitätsquotienten in den Grenzen 6,0—7,6 normal; die von 7,6—8,2 sind verdächtig und bedürfen einer abermaligen Prüfung; die noch grösseren Capacitätsquotienten sind als Zeichen von Krankheit anzusehen. Für die Stadt (wenn wir unsere 18 Fälle aus Wiesbaden als maassgebend betrachten dürfen) erhöhen sich sämmtliche Grenzen um 1,0.

In dem speciellen Fall ist nun weiter eine Berücksichtigung aller der Momente nöthig, welche wir als die Lungencapacität beeinflussend kennen gelernt haben.

1. Dass Ungeschicklichkeit nur selten die praktische Verwendung der vitalen Capacität stört, sei noch einmal flüchtig erwähnt. Auch braucht kaum erinnert zu werden, dass ein verdächtiger Capacitätsquotient bei einem gewissen Grade von Ungeschicklichkeit zu den normalen gerechnet werden muss.

2. Vor Allem ist der Zustand der Gesammtconstitution zu berücksichtigen, und zugleich wird die Anamnese über Gesundheit oder Kränklichkeit der Familie Aufschluss geben, um so den mittelbaren Einfluss eines Allgemeinleidens und einer angebornen Schwäche des Organismus auszuschliessen oder ihm gebührend Rechnung zu tragen.

3. Auch ist bei einem höhern Alter zu erwägen, ob die Ueberschreitung der normalen Quotientengrenze nicht auf Kosten der Atrophie gesetzt werden kann.

4. Weiter ist nöthig zu wissen, in welcher Luft das betreffende Individuum seit längerer Zeit gelebt hat, vor Allem natürlich ob auf dem Land oder in der Stadt, dann aber auch, ob es sich meist im Zimmer aufhält oder im Freien arbeitet, ob in Bergwerken oder andern Localitäten mit verdorbener Luft.

5. Endlich kommen Geschäft, Handwerk etc. in Betracht, nicht nur insofern es sich um die Beschaffenheit der Luft handelt, in welcher die Arbeit ausgeführt wird (ob „gute“ oder „schlechte“ Luft, ob mit mechanisch- oder chemisch-reizenden Stoffen gemengte Luft etc.) sondern auch um die Art der Körperstellung, um direct auf den Thorax wirkenden Druck, um Behinderung der Respirationsbewegungen.

Jedes einzelne dieser Momente kann, ohne dass eine Krankheit der Lunge selbst vorliegt, einen verdächtigen Capacitätsquotienten verursachen — wenn alle zusammenwirken sollten, könnten sie wohl auch jene Grösse des Quotienten zu Stande bringen, welche den Beginn einer wirklichen Lungenkrankheit andeutet.

Die vielleicht schon hierdurch geweckten Bedenken gegen die praktische Brauchbarkeit der vitalen Lungencapacität müssen wir noch durch eine neue Einwendung vermehren: wie leicht, kann man sagen, können bei der Messung Fehler vorkommen und dadurch unrichtige Capacitätsquotienten resultiren! Wir wollen einmal annehmen, dass eine ungenaue Messung bei beiden Maassen in demselben Sinne (sodass entweder beide zu gross oder beide zu klein genommen sind) und so nicht eine Compensirung, sondern eine Summirung der Fehler stattgefunden habe, und dass etwa ein Gesammtfehler von 2—3 Cm. vorliege — so ist derselbe noch lange nicht ausreichend eine vorher gesunde Lunge als krank oder eine kranke als gesund erscheinen zu lassen. Eine nähere Untersuchung der Fehlergrenzen zeigt Folgendes: 1) Der Fehler ist bei grösseren Capacitäten von geringerm Belang als bei kleineren und er ist dies 2) auch bei einer normalgrossen und einer den Maassen gegenüber relativgrossen Capacität. Bei normalgrossen Capacitäten kann man im Mittel für einen Fehler von 1 Cm. Thoraxumfang 0,18, für 1 Cm. Höhe 0,12, bei krankhaftkleinen Capacitäten für einen Fehler von 1 Cm. Umfang 0,24, für 1 Cm. Rumpfhöhe 0,14 als Differenz am Capacitätsquotienten annehmen — bei einem Gesammtfehler von 2 Cm. also dort etwa 0,3, hier 0,38, bei 3 Cm. etwa 0,45 resp. 0,55. So könnte ein normaler Capacitätsquotient nur verdächtig werden, wenn er die Grenzen der Norm streifte und die Maasse um 3 Cm. zu gross gemessen wären; ein krankhafter könnte in die Grenzen der verdächtigen, ein verdächtiger in die der normalen fallen, wenn die Maasse um 3 Cm. zu klein genommen wären. Es ist der Rath zu geben, dass man bei Capacitätsquotienten, welche auf die Grenze fallen, durch eine abermalige Messung die erste controlire, wenn diese zu oberflächlich vorgenommen wurde. Bei sorgfältigem Verfahren wird man sich in der Höhe kaum, in der Peripherie höchstens um 1 Cm. vermessen.

Eine weit stichhaltigere Einwendung ist die: dass manche Menschen mit so starker Rückenmusculatur und einem solchen Panniculus adiposus versehen sind, dass das Maass der Peripherie um mehrere Centimeter zu gross ausfallen muss. Da

es nicht möglich ist, das Skelett ohne Weichtheile zu messen, so muss man sich hier über ein mittleres Dickenmaass der das Skelett überziehenden Weichtheile verständigen. Die von mir gemessenen Individuen waren zum grössten Theil solche, welche kein üppiges Leben führen, aber auch nicht darben, dabei genügende Arbeit haben, sodass die Fettablagerung nicht krankhaft gesteigert ist — ich glaubte daher, dass diejenige Grösse, um die bei ihnen der Radius des knöchernen Thorax durch die umlagernden Weichtheile verlängert wird, als die mittlere normale Dicke der letztern angesehen werden könne. Nach der Formel $p = 2 r \pi = 6{,}28 r$ oder rund ausgedrückt: $p = 6 r$ ergiebt sich, dass jede Aenderung um $^1/_6$ Cm. in der Dicke der Weichtheile 1 Cm. in der Peripherie des Thorax ausmacht und 1 ganzer Cm. in der Dicke oder am Radius des Thorax circa 6 Cm. am Thoraxumfang entspricht. Man müsste also einem ganz abgemagerten Thorax, dessen Rippen schon bei der Adspection zu zählen sind, an dem Maass der Peripherie das Nöthige (vielleicht 3—4 Cm.) zuzählen (was einer Verlängerung des Radius um $^1/_2$ — $^2/_3$ Cm. entspricht) und der von einem fetten, muskulösen Körper entnommenen Thoraxperipherie das Nöthige abziehen; hier mag sogar ein Abzug von 6 Cm. manchmal gerechfertigt sein. Ich habe mir nur bei No. 128 einen Abzug gestattet und zwar um 4 Cm., was, glaube ich, noch zu wenig war: denn der junge Mann ist sehr wohlgenährt, mit bedeutendem Panniculus adiposus und einer hünenhaften Musculatur, sodass von den Längsmuskeln der Wirbelsäule eine tiefe mediane Furche begrenzt wird. — Es wäre nöthig, besonders für stärkere Fettablagerungen, an die Stelle der einfachen Schätzung einen genaueren Bestimmungsmodus für den erforderlichen Abzug zn suchen, wenn nicht gerade bei den Krankheiten, zu deren Diagnose und Prognose die vitale Capacität verwerthet wird, eine Abweichung vom normalen Umfang durch bedeutendere Fettentwicklung nur selten beobachtet würde.

Aber gerade in Betreff dieser Krankheiten müssen wir noch einem letzten Einwand entgegentreten. Man wird sagen: der paralytische Thorax eines Tuberculösen und der fassförmige eines Emphysematikers hätten sich soweit von der ursprünglichen Form entfernt, dass der entnommene Thoraxumfang nicht als das richtige Maass angesehen werden könne. Dort erscheine dasselbe zu klein und desshalb der Capacitätsquotient als ein besserer, weniger von der Norm abweichender; hier sei die Peripherie zu gross genommen und desshalb der Capacitätsquotient zu ungünstig. Ich erwidere hierauf, dass, wenn

es einmal zu einem paralytischen resp. fassförmigen Thorax gekommen ist, die vitale Lungencapacität zur Sicherstellung der Diagnose überflüssig erscheint: will man sich aber nur einen Begriff von dem Grad und der Entwicklung des Leidens durch das Spirometer verschaffen, so handelt es sich dabei um so enormgrosse Zahlen (bei dem Tuberculösen No. 24 pag. 199 um 19,82) dass jener Fehler in der Peripherie nicht in Betracht kommt — und dann genügt es ja auch zu wissen, dass der Capacitätsquotient des Tuberculösen noch ein zu günstiger, der des vorgeschrittenen Emphysematikers dagegen nicht so schlimm ist, wie ihn der Fehler des Maasses gemacht hat.

Diese der Empfehlung der Sache gegenüber vielleicht allzu gewissenhafte Aufzählung der bei der Benutzung der Lungencapacität zu berücksichtigenden Momente mag das Verfahren viel umständlicher und weitläufiger erscheinen lassen, als es in Wirklichkeit ist — man hat sich im einzelnen Fall sehr schnell sein Urtheil gebildet — aber die Hauptsache ist zuletzt doch der Umstand, dass es sich bei allen diesen Einflüssen nur um einige Zehntel, dagegen bei den Krankheiten, in deren Interesse die Lungencapacität verwendet wird, um ganze Einheiten handelt. So betrug bei dem 24jährigen Menschen vom Lande mit geheilter Tuberculose (No. 22 pag. 199) der Capacitätsquotient noch 9,41; bei den 2 Fällen aus Wiesbaden No. 23 beginnender Tuberculose 10,38 und No. 24 weitgediehener Tuberculose 19,82. Leider steht mir hinsichtlich der krankhaft veränderten Capacitätsquotienten noch kein grosses Material zur Verfügung, und ist hier noch eine grosse Lücke in diagnostischem Interesse auszufüllen.

Bei den beiden zuletzt genannten Fällen macht der Unterschied der Capacitätsquotienten den Grad des Leidens sehr anschaulich. Bei beiden Patienten ergiebt die physikalische Untersuchung allerdings unverkennbar die Zeichen der betr. Krankheit; es zeigen beide ausserdem Fieber, Pulsfrequenz, Nachtschweisse u. s. w. — indessen der mit beginnender Tuberculose hat 10 kleinere Blutstürze überstanden, der Andere nie an Haemoptoë gelitten; ausserdem ist Ersterer weniger fett und gut genährt als Letzterer: das Urtheil über den Entwicklungsgrad des Leidens bei Beiden ist im Augenblick nicht klar auszusprechen, und hier helfen allein die Capacitätsquotienten. Beide Patienten gebrauchten die comprimirte Luft: der mit dem kleinern Capacitätsquotienten 10,28 war nach 4 Sitzungen fieberfrei, nahm an Gewicht immer mehr zu und hatte nach 30 Sitzungen durch Zunahme der Capacität um

350 Ccm. einen Quotienten von 9,34; der Andre behielt sein Fieber, nach 15 Sitzungen hatte die Capacität zwar um 200 Ccm. zugenommen und der Capacitätsquotient war von 19,82 auf 18,05 gekommen — aber während Ersterer sich erholte, starb Letzterer nach 1/2 Jahr. Den Grad und die Nähe der Gefahr zeigte nur der Capacitätsquotient.

Wie sehr indess die vitale Lungencapacität nicht bloss als prognostisches, sondern auch als diagnostisches Hülfsmittel sowohl im positiven bestätigenden als im negativen ausschliessenden Sinn zu schätzen ist, dies sei zum Abschluss dieser Arbeit statt weiterer Erörterungen durch 2 Beispiele dargethan.

No. 22 unter den abnormen Fällen ist ein junger Mann von 24 Jahren, der als Knabe schwächlich gebaut und in sehr ärmlichen Verhältnissen herangewachsen, nachdem er öfter an Nasenbluten gelitten, im 19. Jahre wiederholt von Blutstürzen heimgesucht wurde. Ich erinnere mich noch, in welch abgemagertem Zustand er zu leichter Arbeit auf meines Vaters Hof verwendet wurde. 2 Aerzte hatten ihm damals gesagt, „seine beiden Lungenflügel seien nicht viel werth“. Bei guter Kost und fortwährendem Aufenthalt in freier Luft erholte er sich soweit, dass er bei der Untersuchung durch die Militärärzte nach 1 1/2 Jahren nur durch die Bescheinigung über seine überstandene Krankheit der Einreihung in die Linie entging und zum Train für tauglich befunden wurde. Nachdem er nun 4 Jahre bei guter Nahrung stets in freier Luft gearbeitet, verrichtet er die schwersten Arbeiten, trägt schwere Säcke u. s. w. wie jeder Andere, nur dass er etwas leichter dyspnotisch wird. Die objective Untersuchung ergiebt ausser den etwas eingesunkenen Fossae supra- und infra-claviculares durchaus nichts Abnormes. Der Thorax ist gut gebaut, Musculatur, Panniculus adiposus normal entwickelt; Husten, Katarrh sind nicht vorhanden — das Einzige, was auffallen könnte, wäre eine etwas schwache Stimme und jene durchscheinende Röthe im Gesicht, wie sie in Folge dünnwandiger Capillaren bei Tuberculösen so häufig beobachtet wird. Auch die vitale Lungencapacität von 4100 Ccm. würde, etwa nach der geringen Körperhöhe taxirt, sicher normal erscheinen: aber der Capacitätsquotient 9,41 bei einem Menschen, der stets in guter Luft lebt, und bei dem keines der übrigen oben angeführten Momente nachtheilig auf die Capacität eingewirkt hat, steht beinahe 2,5 über dem Mittel und 1,8 über der Grenze des Normalen und zeigt deutlich, dass hier eine Krankheit des Lungengewebes selbst bestanden hat, welche freilich jetzt als ausgeheilt angesehen werden kann.

Der 2., hinsichtlich der diagnostischen Bedeutung des Capacitätsquotienten noch interessantere Fall betrifft einen 30jährigen Oelschläger (No. 17 pag. 198), der mit der Klage über seinen schlechten Magen mich consultirte. Er ist seit 9 Jahren in der schlechten Luft einer Oelmühle thätig gewesen, fürchtet, er habe sich da die Auszehrung zugezogen, an der schon mehrere seiner Kameraden gestorben seien. Der Mann hat ein bleiches, mageres Gesicht, ist aber sonst gut genährt und auch normal gebaut. Er hat zu Winterszeit öfters Husten und spricht etwas heiser. Trotzdem die Adspection am Thorax nichts Abnormes entdeckt, ergiebt die Percussion auf der rechten Seite einen auffallend deutlichen tympanitischen Schall, der auf der Vorderfläche von der Clavicula bis zur Brustwarze sich erstreckt und auffallender Weise nach abwärts immer deutlicher wird; auf der hintern Fläche findet sich der tympanitische Percussionsschall oberhalb des Schulterblatts, aber etwas gedämpft. An den gleichen Stellen ist helles, starkes Bronchialathmen, wie ich es schöner nie gehört; auch dieses am stärksten abwärts gegen die Brustwarze hin. Stimmfremitus hier ebenfalls am stärksten. Schon während der Untersuchung hatte ich dem Patienten gute Rathschläge in dem Sinne gegeben, wie man sie bei weitgediehener Tuberculose ertheilt. Ich glaubte nicht anders, als der ganze rechte obere Lappen sei tuberculös infiltrirt. Auffallend war mir freilich die noch gute Ernährung — indess der vorhin besprochene Tuberculöse mit dem hohen Capacitätsquotienten war nicht minder gut genährt; auffallender war das Fehlen der gesteigerten Pulsfrequenz — indess fand die Untersuchung des Mittags statt. Nachtschweisse wurden freilich gänzlich in Abrede gestellt; Haemoptoe fehlte ebenfalls; Auswurf war nur im Winter vorhanden, wenn Katarrh sich einstellte, und konnte desshalb auch an Bronchiektasie nicht gedacht werden. Der Mensch hat ein Corpus quadratum; die Familie ist gesund, eine 9jährige Schwester hat einen Capacitätsquotienten von 6,91, ein 13jähriger Bruder von 6,26. Der mir befreundete Dr. Kathrein aus Eppstein kam gerade zur Untersuchung hinzu und bestätigte meine Diagnose. Zum Ueberfluss sollte der Mensch noch in das Spirometer blasen. Wir staunten, wie enorm der Cylinder stieg, der Mann erzielte eine Spirometergrösse von 5150 Ccm. Freilich hatte er auch die grösste bis jetzt gemessene Thoraxperipherie von 89 Cm. und eine Rumpfhöhe von 67 Cm., welche nur um 2 Cm. hinter der grössten zurückblieb: er musste desshalb auch mehr leisten. Indess erst der ausgerechnete Capacitätsquotient 8,21 zeigte, dass von einer Krankheit des

Lungengewebes selbst nicht die Rede sein konnte. Eine Tuberculose, welche solche physikalische Erscheinungen über die halbe rechte Lunge hinaus verursachte, müsste fast einen doppelt so grossen Quotienten liefern. Auf näheres Befragen erinnerte sich denn endlich der Untersuchte, dass er vor einigen Jahren eine mit sehr heftigen Schmerzen verbundene „Brustentzündung" durchgemacht, jedoch kein blutiges Sputum ausgeworfen habe, also eine Pleuritis, vielleicht auch mit beschränkter Pneumonie verbunden. Wie die physikalischen Symptome zu erklären, ob durch Schwartenbildung, ob an der Stelle gegen die Brustwarze hin, wo die physikalischen Zeichen am deutlichsten sind, auch eine kleine Induration besteht und von da nach aufwärts die Erscheinungen einfach weiter geleitet werden, lasse ich dahingestellt — jedenfalls ist die vitale Lungencapacität nicht stärker beeinträchtigt als durch einen 9jährigen Aufenthalt in dumpfer Kellerluft erklärlich ist; der Capacitätsquotient beträgt nur 0,2 mehr als der mittlere in der Stadtluft. Der Pleuritis wird, wie erwähnt, kein grosser Einfluss zugeschrieben werden dürfen. Dr. Kathrein wie ich waren durch die aufklärende Hülfe des Capacitätsquotienten so angenehm überrascht, dass ich gern dem Patienten gegenüber meine Rathschläge zurücknahm.

Hiermit glaube ich den Gegenstand, soweit mir das Material zu Gebote stand, hinreichend erschöpft zu haben. Was an den Beobachtungen und Resultaten zufällig und zu corrigiren ist, müssen weitere Prüfungen lehren. Wenn die Arbeit dazu beiträgt, dass die vitale Lungencapacität auf einem andern und, wie ich hoffe, fruchtbringendern Wege in praktischem Interesse untersucht und von Neuem der Berücksichtigung für werth erachtet wird, so hat sie ihren Zweck erreicht.

---

# Ueber eine Hemmungsbildung des Urogenitalsystems.

Von

Dr. E. **Münchmeyer** in Göttingen.

(Hierzu Taf. IX.)

---

Vorliegende Abhandlung betrifft ein seltenes pathologisch-anatomisches Präparat, welches Herr Prosector Dr. Ehlers die Güte hatte mir zur Beschreibung zu überlassen; hierfür und für die freundliche Unterstützung, welche mir derselbe in manchen Punkten zu Theil werden liess, sage ich ihm meinen wärmsten Dank.

Das Präparat, welches nicht nur in pathologisch-anatomischer Beziehung, sondern auch für die Anschauung der fötalen Entwicklung des Urogenitalsystems von grossem Interesse sein dürfte, enthält die Harn- und Geschlechtswerkzeuge eines etwa 12jährigen Knaben, der körperlich sonst wohlgebildet war.

Während die rechte Hälfte dieses Präparats in allen Theilen vollständig normal erschien, zeigte die linke ein gänzliches Fehlen der Niere, des Ureters, des Samenbläschens und D. ejaculatorius, und die Epididymis war durch ein höchst auffallendes Gebilde von lappiger Form ersetzt. Die Nebennieren waren, wie zu erwarten stand, beide vorhanden; die rechte Niere hatte, weil sie natürlich für die fehlende mit functioniren musste, eine compensatorische Vergrösserung erfahren, welche trotz langen Aufbewahrens des Präparates in Alkohol noch so bedeutend war, dass der Längsdurchmesser 105 Mm., die grösste Dicke 49 Mm., der Längsumfang 230 Mm., der Breitenumfang 150 Mm. betrug. Der Quer-

durchmesser der Vasa renalia und des Ureters differirte jedoch kaum von der Norm. Das Corpus trigonum der Harnblase war ganz symmetrisch ausgebildet, nur war von einer Einmündungsstelle des linken Ureters oder einem Ueberbleibsel derselben nichts zu entdecken. Um etwaige Residuen eines linken Samenbläschens oder D. ejaculatorius aufzufinden, wurden successive Querschnitte durch die Prostata, senkrecht auf die Längsachse der Urethra, gemacht, aber, wie vorauszusehen, ohne Erfolg. — Am interessantesten ist jedenfalls, dass hier mit dem Harnapparat gleichzeitig auch das Sexualsystem eine merkwürdige Veränderung erlitten hat, ein Umstand, der nach der bisherigen Annahme, welche einen directen genetischen Zusammenhang beider Systeme leugnete, etwas sehr Befremdendes hat. Es ist daher nöthig, eine genaue Detailbeschreibung der oben schon angedeuteten Veränderungen im Geschlechtsapparat jetzt zu geben.

Schon das gänzliche Fehlen eines linken Samenbläschens und D. ejaculatorius liess a priori vermuthen, dass auch das linke Vas deferens fehlen oder doch in degenerirtem Zustande sich befinden würde. Dem schien jedoch auf den ersten Blick nicht so zu sein, da von dem lappigen, die Epididymis vertretenden Gebilde u. z. von der Stelle, welche einem Caput epididymidis entsprochen hätte, ein starker bindegewebiger und von der Tunica vaginalis communis bekleideter Strang (*a* in Fig. B und C) ausging, welcher ganz das Aussehen eines Samenstrangs darbot. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte jedoch nicht die aprioristische Vermuthung. Nach Ablösung der Tunica vaginalis communis blieb ein ziemlich lockeres Gewebe zurück, aus dem sich mit Leichtigkeit ein kaum 1 Mm. dicker, etwas festerer und durch seine starke Schlängelung an eine A. spermatica interna erinnernder Faden (Fig. B, *b*) herauspräpariren liess, den ich bis zur Hinterwand der Harnblase, wo er sich im subperitonealen Bindegewebe verlor, verfolgen konnte. Querschnitte jenes lockeren, den geschlängelten Faden ursprünglich einhüllenden Gewebes zeigten ein Arterien- und viele Venenlumina, umgeben von Bindegewebe, dazwischen vereinzelte Nervenbündelquerschnitte, nirgends aber eine Spur von einem Vas deferens. Der geschlängelte Faden zeigte schon bei der makroskopischen Zerfaserung, dass an eine Arterie hier nicht zu denken sei, er bestand aus dicken, mit elastischen Fasern untermischten Bindegewebsbündeln und mehreren Nervenbündeln; Gefässe mangelten gänzlich. Ich will hier gleich anfügen, dass ich eine A. spermatica interna normalen Ursprungs überhaupt

nicht entdecken konnte; die Ursprungsstelle einer solchen in der Aorta abdominalis oder eine Obliterationsnarbe an dieser Stelle mangelte. Wahrscheinlich rührt also die im Strange *a* Fig. b verlaufende Arterie von der A. spermatica externa her.

Was nun jenes schon mehrfach erwähnte lappige Organ betrifft, das sich an Stelle der Epididymis vorfindet, so zerfällt es in drei Stücke, deren grösstes dem Caput epididymidis entspricht. Dieses die Spitze und den vorderen, abwärts gewandten Rand der Hodendrüse bedeckende Stück besteht aus 4 Lappen (Fig. B und C, $c^1 — c^4$), welche, durch dachziegelähnliche Lagerung dicht an- und übereinander gedrängt, scheinbar Eine Masse bilden, welche als Ganzes die Form eines Nebenhodenkopfes genau wiederholt. Zwischen die einzelnen Lappen erstrecken sich tiefe Spalten, in welche sich der seröse Ueberzug fortsetzt und durch welche die Lappen gänzlich, bis auf die Oberfläche des Hodens, von einander getrennt werden. Jedes einzelne Läppchen bildet gleichsam den Inhalt einer Ausbuchtung des serösen Hodenüberzuges, so jedoch, dass sich an der Basis des Läppchens beide Blätter der Ausbuchtung direct berühren. Die Gestalt der Läppchen ist übereinstimmend ein Dreieck mit abgerundeten Ecken, aber ziemlich scharfen Rändern, ihre freie Oberfläche ist convex, die dem Hoden zugewandte Fläche leicht concav. Angeordnet sind sie in der Weise, dass drei von ihnen ($c^1 — c^3$) der Reihe nach von der obern Hodenspitze an aufeinander folgen, am vorderen, abwärts gerichteten Rande des Hodens sich herabziehend; lateral neben dieser Reihe befindet sich der vierte Lappen ($c^4$), mit seinem medialen Rande saumartig die lateralen Ränder der drei ersten bedeckend, während sein lateraler Rand fast ganz eingenommen wird von einer zarten Serosaduplicatur mit sehr scharfem, freien Rande (Fig. B, *d*), die sich breit mit der Serosa des Hodens vereinigt und ganz die Stelle eines Lig. epididymidis vertritt. An dem mittleren der eine Reihe bildenden drei Läppchen hängt eine 5 Mm. lange Hydatide (Fig. C, *e*), während das oberste derselben dadurch characterisirt ist, dass es ohne scharfe Grenze in den oben erwähnten vermeintlichen Samenstrang übergeht. Was die Grösse der einzelnen Läppchen betrifft, so ist sie bei allen ziemlich die gleiche, sie sind etwa 4 — 5 Mm. breit und lang und 1 — 1,5 Mm. dick; zusammen bilden sie ein Organ, dessen grösste Länge 14 Mm., dessen grösste Dicke 6 Mm. beträgt. Die zweite Abtheilung (Fig. B, *f*) des in Frage stehenden Gesammtorgans vertritt die Stelle einer Cauda epididymidis; von der untern Hodenspitze beginnend bedeckt sie den vordern

Hodenrand in einer Länge von 9 Mm., während sie ihre grösste Breite (5 Mm.) in einer der Längsachse des Hodens entsprechenden Richtung besitzt. Mit der vorigen Abtheilung steht sie durch eine dritte als Mittelstück in Verbindung; dieses Mittelstück (Fig. B, *g*), dem hinteren, aufwärts gerichteten Hodenrande entlang ziehend und denselben in Form eines schmalen Saumes bedeckend, geht schliesslich fast unmerklich in den obersten Lappen der ersten Abtheilung über, indem es zugleich nach der obern Hodenspitze zu an Höhe zunimmt. Während es nämlich anfangs nur 2 Mm. hoch ist, wächst es schliesslich zu einem 5 Mm. hohen Kamme an; seine Länge beträgt 19 Mm., seine Dicke 1—1,5 Mm. Um dieses Mittelstück überhaupt zu sehen, musste ich sorgfältig die Tunica vaginalis communis (Fig. B, *h*), von der es ganz bedeckt war, abpräpariren.

Begreiflicher Weise war ich sehr gespannt, was ein so auffälliges Gebilde, wie der beschriebene Lappencomplex, in mikroskopischer Hinsicht bieten würde, und da ich speciell rücksichtlich des Vas deferens Aufklärung durch das Mikroskop erwartete, stellte ich genaue Vergleichungen an zwischen Querschnitten der Läppchen und Schnitten aus der normalen Epididymis eines achtjährigen Knaben. Die Hodendrüse selbst erwies sich in ihrer Structur völlig normal, was in diesem Stadium der Entwicklung, in welchem die Functionirung noch fehlt, nichts auffallendes hat; mit der Pubertät würde gewiss eine Degeneration der Drüse begonnen haben. In der Untersuchung der in Frage stehenden Läppchen war das Resultat leider ein wenig befriedigendes: alle Läppchen bestanden mehr oder weniger aus Fettzellen und Bindegewebe und enthielten eine für solche Appendices allerdings grosse Menge von Gefässen; nur das oberste Läppchen ($c^1$), welches direct in den vermeintlichen Samenstrang überging, zeigte bei verschiedenen Präparaten Längsschnitte eines Kanales, der von den Gefässen differirte. Die Wand dieses Kanales nämlich, welche aus einer Quer- und Längsfaserschichte zusammengesetzt war, bot auf ihrer innern Oberfläche ein sehr zierliches Mosaik von kernhaltigen, polygonalen Zellen, deren Grösse geringe Schwankungen zeigte und deren Form durchaus der eines Plattenepithels glich, vor Allem nicht im mindesten an die cylindrische Form des Epithels eines Vas deferens erinnerte. Ob dennoch zwischen diesem Kanal und dem gesuchten Samenleiter ein Zusammenhang besteht, oder ob hier ein früheres Stadium der Parepididymis vorliegt, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Allerdings scheint Letzteres mir

die grössere Wahrscheinlichkeit beanspruchen zu dürfen, weil die Lage des in Frage stehenden Kanales mit der einer Parepididymis übereinstimmt und andrerseits die Form des Epithels durchaus gegen ein Vas deferens spricht.

An diese möglichst detaillirte Beschreibung des Präparates reiht sich naturgemäss die Erörterung an, durch welche Vorgänge während des Intrauterinlebens eine Anomalie hat entstehen können, die Harn und Geschlechtsapparate gleichzeitig betroffen. Offenbar liegt nach der Theorie, dass das bleibende Harn- und das Sexualsystem einem völlig getrennten Entwicklungsprocesse unterliegen, etwas sehr Räthselhaftes in dem vorliegenden Falle; und will man nicht zu der jedenfalls gezwungenen Annahme greifen, dass hier zwei Missbildungsvorgänge ohne Zusammenhang nebeneinander her verlaufen seien, so scheint mir jene Entwicklungstheorie eine Erklärung der in Frage stehenden Anomalie überhaupt unmöglich zu machen. Dieses missliche Dilemma wird, wie ich glaube, durch die sehr überzeugenden Untersuchungen C. Kupffer's in Dorpat über „Entwicklung des Harn- und Geschlechtssystems beim Schafe und Hühnchen" — (M. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1865) zur Lösung gebracht.

Kupffer fand nämlich bei beiden erwähnten Thieren — was von den Amphibien längst constatirt war —, dass das bleibende Harnsystem zuerst als blindsackförmige Ausstülpung aus der Rückwand des Wolf'schen Ganges entsteht; diese Ausstülpung wächst allmählich in die Länge und bekommt an ihrem geschlossenen Ende eine kolbenförmige Erweiterung (das spätere Nierenbecken), um die sich die Grundlage der Niere selbst als dreifach geschichtete Zellenmasse concentrisch gruppirt. Die ersten Nierencanäle entstehen in der Weise, dass die Zellen der mittleren jener drei Schichten sich zu gewundenen Strängen ordnen, welche, nachdem das Nierenbecken weitere Ausstülpungen erfahren (Nierenkelche), mit diesen in Verbindung treten und von ihnen aus hohl werden. Die Trennung des Ureter's vom Wolf'schen Gange (Vas deferens) erfolgt so, dass derselbe, während er anfangs in die hintere Wand des Wolf'schen Ganges einmündete, allmählich eine solche Lagenveränderung erfährt, dass er in dessen laterale und schliesslich in dessen vordere Wand einmündet. Im letztgenannten Stadium liegt also der Ureter gerade zwischen dem Sinus urogenitalis und dem Wolf'schen Gange. Darauf schliesst sich die Communication zwischen Ureter und Wolf'schem Gange, während sich gleichzeitig die Verbindung zwischen Ureter und Sinus urogenitalis eröffnet.

Gilt dieser Entwicklungsprocess, was sehr wahrscheinlich ist, gleicherweise für alle Säugethiere, also auch für den Menschen, so glaube ich obige Entwicklungsanomalie folgendermaassen motiviren zu können. Den ersten Grund suche ich in abnormen Vorgängen im Primordialnierensystem u. z. speciell in einer mangelhaften Bildung des Wolf'schen Ganges. Ich vermuthe, dass dieser, welcher bekanntlich früher als die Primordialniere selbst u. z. als solider Strang aus den Seitenplatten des mittlern Keimblatts entsteht, durch irgend welche Vorgänge (vielleicht durch mangelhafte Ernährung in Folge partiell gestörter Circulation) entweder ganz oder zum grössten Theile am Hohlwerden verhindert worden und dass in Folge davon auch die Primordialniere, deren Querkanäle ja aus später hohl werdenden Wucherungen des Wolf'schen Ganges entstehen, auf einer mangelhaften Entwicklungsstufe stehen geblieben ist. Der Wolf'sche Gang selbst ist dann natürlich bis zur Unkenntlichkeit atrophirt und deshalb nirgends mehr, auch nicht spurweise, aufzufinden. So erklärt sich, denke ich, dass die Epididymis, die frühere Urniere, durch ein so merkwürdig atrophirtes Organ, wie das oben beschriebene lappige Gebilde, vertreten werden konnte; so erklärt sich auch, dass der ganze Harnsecretionsapparat fehlt: er wurde eben schon im ersten Keime erstickt, da der nicht hohlgewordene oder gar schon in Rückbildung begriffene Wolf'sche Gang natürlich keine Ausstülpung erfahren konnte. Harnblase und Hodendrüse dagegen mussten sich völlig normal entwickeln, da bekanntlich ihre Entstehung ganz unabhängig vom Primordialnierensystem erfolgt.

Zum Schluss möchte ich noch einer Form von Anomalie gedenken, welche ähnlich wie die oben beschriebene ohne die Kupffer'schen Untersuchungen noch auf Erklärung harren würde; es betrifft dies Fälle von blind endenden Ureteren (Is. Geoffroy, Hist. des anomalies de l'organisation, Tome I, pag. 497). Diese Anomalie lässt sich mit Leichtigkeit darauf zurückführen, dass in dem Stadium, in welchem der Ureter gerade zwischen Wolf'schen Gang und Sinus urogenitalis getreten ist, zwar die Trennung von Ureter und Wolf'schem Gange erfolgt, die Communicationseröffnung dagegen zwischen Ureter und Sinus urogenitalis ausbleibt.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. A. Der normale rechte Hode mit Samenstrang und Umhüllungen, letztere gespalten.

Fig. B. Der missgebildete linke Hode von der Vorderfläche gesehen.

Fig. C. Derselbe, von seinem medialen Rande gesehen.

*a* lockerer Bindegewebsstrang, welcher den Strang *b* einschloss und mit ihm einen Samenstrang darzustellen schien. $c^1$—$c^4$ Die 4 Läppchen, welche den Kopf einer Epididymis vertreten. *d* Scharfrandiger Serosaanhang des Läppchens $c^4$. *e* Hydatide. *f* Stück, welches die Cauda epidid. vertritt. *g* Mittelstück welches *c* und *f* verbindet. *h* Tunica vaginalis communis testis et funiculi spermatici.

# Neue Theorie des Schlafes.

Von **Emil Sommer.**

---

Ueber keinem Vorgange im thierischen Organismus schwebt wohl zur Zeit noch ein tieferes Dunkel als über dem wunderbar geheimnissvollen Zustande des Schlafes. Kaum dass man bis jetzt etwas mehr darüber weiss, als was die blosse sinnliche Beobachtung auf empirischem Wege über die mehr äusseren Verhältnisse des Schlafes, den Verlauf, den Eintritt, die Dauer und Wirkung etc. desselben gelehrt hat. Eine nothwendige Folge hiervon ist, dass die Lehre vom Schlafe, wie sie sich in physiologischen Werken vorgetragen findet, einen rein descriptiven Charakter besitzt, indem sie die wichtige Frage nach der tieferen Bedeutung, dem inneren Wesen und der eigentlichen Entstehung des Schlafes bisher gänzlich unbeantwortet und unaufgeklärt lassen, und sich daher lediglich auf die Beschreibung jener mehr äusseren, den Schlaf begleitenden Momente und Erscheinungen beschränken musste. Soweit wenigstens meine Kenntniss der einschlägigen Literatur reicht, glaube ich aussprechen zu können, dass zur Zeit noch keine wirkliche physiologische Theorie des Schlafes existirt, indem die schon vor langen Jahren von Heine aufgestellte abenteuerliche Hypothese, nach welcher der thierische Schlaf eine Obruirung der sensitiven Sphäre des Organismus durch den nicht nach aussen verwandten motorischen Kraftvorrath ist, wohl heute kaum noch der Widerlegung bedarf. Diese Lücke auszufüllen und eine solche Theorie, oder besser gesagt, deren Hauptgrundzüge zu entwickeln, wie mir dieselben schon seit längerer Zeit vorschweben, ist nun der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Die Thatsachen, worauf sich diese meine Erklärung der Vorgänge beim Schlafe stützt, sind folgende:

Schon längst weiss man, dass Menschen wie Thiere beträchtlich mehr Sauerstoff einathmen, als sie davon in Form

von Kohlensäure wieder aushauchen. Da nun die Menge der während des Tages und der Arbeit ausgeschiedenen Kohlensäure in Folge des lebhafteren Stoffwechsels bedeutend grösser ist, als die während der Nacht und des Schlafes ausgeathmete, so ergiebt sich schon hieraus, dass während der Nacht verhältnissmässig weit mehr Sauerstoff eingeathmet wird als während des Tages.

Einen bestimmteren und präciseren Ausdruck erhielt diese allgemeine Thatsache durch die neuesten, mit dem bekannten Pettenkofer'schen Respirationsapparate in München angestellten Versuche, aus welchen hervorgeht, dass von dem, durch die Lungen innerhalb 24 Stunden aufgenommenen Sauerstoffe nur ein Drittheil während des Tages, die übrigen zwei Drittheile aber während des Schlafes eingeathmet werden, indem z. B. in einem dieser Respirationsversuche, bei welchem der in den Apparat eingeschlossene Mann 24 Stunden in vollkommener Ruhe verbrachte, von der gesammten, in dieser Zeit aufgenommenen Sauerstoffmenge 67 Procent auf die Nacht und bloss 33 Procent auf den Tag kommen, während umgekehrt von der in der gleichen Zeit ausgehauchten Kohlensäure 42 Procent auf die Nacht und 58 Procent auf den Tag fallen.

Die Bedeutung dieser Zahlen für die physiologischen Vorgänge im Organismus ist nicht zu verkennen*), denn sie liefern den Beweis, dass das Blut (wahrscheinlich die Blutzellen) oder auch die Gewebe selbst die Eigenschaft besitzen, den eingeathmeten Sauerstoff in beträchtlicher Menge aufzuspeichern, um denselben alsdann während der Arbeit nach Bedürfniss für vitale und dynamische Zwecke zu verwenden. Der Athmungsprocess gewinnt durch diese Thatsache zugleich eine ganz neue Seite und die Bedeutung eines förmlichen Ernährungsactes, welcher die Aufgabe hat, durch die Luftwege dem Blute und den Geweben aus der Atmosphäre die unentbehrliche, gasförmige Nahrung, den Sauerstoff, zuzuführen, gleichwie der Speise- und Verdauungskanal dazu dient, dem Blute und den Geweben die festen und flüssigen Nährstoffe einzuverleiben.

Von dem Blutstrome aus in alle Theile und Organe des Körpers getragen, ruft der Sauerstoff (höchst wahrscheinlich in Form des activen Ozons) sowohl in dem Muskelgewebe wie in der Nerven- und Hirnsubstanz durch seine mächtige, bald zersetzende, bald Verbindungen knüpfende Action jene

---

*) Freilich ist die Allgemeingültigkeit des von Voit und Pettenkofer ausgesprochenen Gesetzes durch spätere Versuche derselben Gelehrten wieder zweifelhaft geworden. Vgl. Meissner's Jahresbericht 1866. p. 313. 315.

lange Reihe von Stoffveränderungen hervor, welche eben den thierischen Stoffwechsel und gesammten Lebensprocess darstellen und als deren Resultat wir sämmtliche im Organismus wirkenden und nach aussen leistungsfähigen Kräfte, mögen sie nun mechanische oder Muskelkraft, thierische Wärme, Nervenelektricität oder Gehirnthätigkeit heissen, zu betrachten haben. Der beste Beweis, welchen Antheil der Sauerstoff an diesen Vorgängen des Stoffumsatzes und der thierischen Krafterzeugung hat, liegt in der durch alle Respirationsversuche festgestellten Beobachtung, dass während körperlicher Thätigkeit und Arbeit weit mehr Sauerstoff verbraucht wird als in der Ruhe, und es verhält sich daher in dieser Hinsicht mit dem Sauerstoff ganz ebenso, wie mit den übrigen Nahrungsstoffen.

Ferner spricht dafür in überzeugender Weise die von G. Liebig nachgewiesene Thatsache, dass auch der ausgeschnittene, blutleere Muskel noch fortfährt, Sauerstoff zu absorbiren, und dagegen Kohlensäure auszuscheiden, und dass überhaupt der Muskel zur Erhaltung seiner Contractions- und Leistungsfähigkeit, d. h. also seiner Lebensthätigkeit, des Vorhandenseins von Sauerstoff bedarf, sowie ja auch das selbstständige Leben im fötalen Organismus erst mit dem Momente erwacht, wo der Sauerstoff der Luft bei der Geburt in die Lungen und in das Blut desselben eintritt und hierdurch den ersten Anstoss zum lebensthätigen Stoffumsatze giebt oder, bildlich ausgedrückt, das vielgegliederte Uhrwerk des thierischen Organismus in Bewegung setzt.

Damit demnach der Organismus in voller Lebensthätigkeit und auch nach aussen leistungsfähig sei, ist es vor Allem nothwendig, dass in demselben eine genügende Menge Sauerstoff vorhanden sei, und hiermit gelangen wir nun wieder zu dem eigentlichen Gegenstande dieser Abhandlung, zu dem Schlafe und dessen wissenschaftlicher Erklärung.

Kurz definirt, ist der Schlaf nach meiner, von den voranstehenden Thatsachen abgeleiteten Theorie einfach ein Zustand der Sauerstoffarmuth oder Entsauerstoffung des Organismus, d. h. mit andern Worten, derjenige Zustand, in welchem der während der Ruhe im Blute und den Geweben aufgespeicherte Sauerstoffvorrath durch vorangegangene Arbeit und Kraftproduction so weit erschöpft und verbraucht, und in Folge dessen der Stoffumsatz und die dadurch bedingte Lebensthätigkeit in den Organen (dem Gehirne, dem Nervensysteme, den Muskeln etc.) so weit gelähmt und herabgestimmt ist, dass dabei der Körper in einen Grad der Kraftlosigkeit, Unthätigkeit und Bewusstlosigkeit versinkt, den wir eben Schlaf nennen.

In ganz besonderer und eigenthümlicher Weise giebt sich die Wirkung dieser Sauerstoffarmuth in der Thätigkeit des Denkorgans zu erkennen, das entweder, bei tiefem Schlafe, seine psychischen Functionen ganz unterbricht, oder doch, bei weniger tiefem Schlafe, nur noch vage, ungeordnete, schwankende und unzusammenhängende Bilder und Vorstellungen, Träume genannt, zu schaffen vermag, welche, nach meiner Auffassung, für das Gehirn ungefähr dasselbe sind, was die unsicheren, kraftlosen und schwankenden Bewegungen für den schlaftrunkenen Muskel. Eine weitere Folge dieser Sauerstoffverarmung und zugleich ein Beweis für die thatsächliche Richtigkeit meiner Anschauungsweise ist die um Vieles verminderte Excretion durch Nieren und Lungen, indem bekanntlich die Ausscheidung sowohl des Harnstoffes wie der Kohlensäure während des Schlafes auf ein sehr beschränktes, dem Kraft- und Stoffverbrauch bei der circulatorischen und respiratorischen Function entsprechendes Maass reducirt wird.

Während so die Thätigkeit des Organismus, namentlich der willkürlichen, motorischen und geistigen Verrichtungen fast vollständig darniederliegt, fährt dagegen die Athmung ununterbrochen fort, dem Körper neue Mengen Sauerstoff zuzuführen, wovon jedoch nur ein kleiner Theil zur Wärmeproduction verwendet und in Form von Kohlensäure während der Nacht wieder ausgehaucht wird, indess sich der grösste Theil desselben, wie im Eingange gezeigt wurde, im Blute, höchst wahrscheinlich auf den Blutzellen fixirt und ansammelt. Diese Sauerstoffaufspeicherung oder mit anderen Worten der Schlaf dauert so lange an, bis dem Körper eine hinreichende Menge von Sauerstoff zugeführt ist, um den lebendigen Stoffwechsel, wie derselbe im wachen, thätigen Zustande stattfindet und die dadurch bedingte Krafterzeugung in den Muskeln, Nerven, dem Gehirne etc. wieder in Gang zu setzen*). Ist

---

*) Obwohl über die Art und Weise, wie diese Aufspeicherung von Sauerstoff stattfindet, erst noch weitere Forschungen abzuwarten sind, so glaube ich doch im Einklang mit bereits bekannten Thatsachen zur Erklärung dieser Erscheinung annehmen zu können, dass der fragliche Vorgang in der Weise stattfindet, dass der Sauerstoff sich dabei zunächst vermöge einer leichten chemischen Affinität auf den Blutzellen fixirt. Letztere nehmen hierbei so lange und so viel von demselben auf, bis ihre Sauerstoffcapacität gesättigt und in Folge dessen der neu hinzutretende Sauerstoff nur noch durch ein so lockeres Band festgehalten wird, dass nun die Gewebe im Stande sind, denselben durch ihre erwiesenermaassen gleichfalls bedeutende Verwandtschaft zum Sauerstoff (Versuch von G. Liebig) den Blutzellen zu entziehen und sich hierdurch neu zu beleben (Moment des Erwachens), worauf der hierdurch wieder angeregte Stoffwechsel und

dieser Moment erreicht, so erfolgt das Erwachen, d. h. die aus der Einwirkung des Sauerstoffes auf die Gewebssubstanz entspringende Kraftquelle beginnt wieder neu und mächtig zu fliessen und den Organismus mit neuer Lebenskraft zu durchströmen. Die durch die Arbeit des vorhergehenden Tages abgelaufene Feder des organischen Uhrwerks ist nun wieder gespannt, und neu gestärkt erhebt sich der Schläfer von seinem Lager, denn mächtig regt sich in Muskeln, Nerven und Gehirn die Fülle der Kraft, welche dem neubelebten Stoffumsatze entquillt. Daher auch das wohlthuende Gefühl der Erquickung und Stärkung, das uns nach gesundem Schlafe stets durchdringt, sowie die frische Empfänglichkeit des Geistes und der Sinne für äussere Eindrücke; daher auch die volle Berechtigung des alten Sprüchworts „Morgenstund hat Gold im Mund", dass aber nun eine ganz neue Bedeutung gewinnt und uns weit eher an Sauerstoff als an Gold denken lässt.

Mit dem Momente des Erwachens beginnt aber auch sofort wieder der Verbrauch des angesammelten Sauerstoffes, indem derselbe in dem durch ihn erregten kraftvollen Stoffwechsel sich nach und nach wieder verzehrt, um in Form von Kohlensäure sowie in festen und flüssigen Producten der Rückbildung den Körper im Laufe des Tages wieder zu verlassen. Nach längerer oder kürzerer Dauer, in der Regel nach 14 bis 15 Stunden, je nach dem Grade der in dieser Zeit geleisteten mechanischen oder geistigen Arbeit, tritt daher stets unvermeidlich wieder der Zeitpunkt ein, wo der aufgespeicherte Sauerstoffvorrath zum grössten Theil wieder erschöpft, und in Folge dessen der Stoffumsatz auf einen Punkt herabgesunken ist, bei welchem der Organismus, wie wir oben gesehen haben, in den Zustand der Abspannung und des Schlafes verfällt.

Während des Wachens und der Arbeit fährt zwar die Athmung gleichfalls fort, dem Körper stets Sauerstoff zuzuführen. Da jedoch, wie aus den im Eingange angeführten Zahlen erhellt, bei Tage weit mehr Sauerstoff (in Form von Kohlensäure) ausgehaucht als eingeathmet wird und folglich der

---

gesteigerte Verkehr zwischen Blut und Geweben letzteren allmälig allen angesammelten Sauerstoff zuführt. Indem sich nämlich die Blutzellen, welche unzweifelhaft ein Ernährungs- und Bildungsmaterial für Muskeln und Nerven sind, in dem Blutplasma auflösen, um in dieser Form mit demselben in die Gewebe zu transsudiren, gelangt daher auch der daran gebundene Sauerstoff, höchst wahrscheinlich durch die Blutzellen in die active Modification umgewandelt, gleichzeitig in die Organe, welche somit in dem flüssigen Nahrungssafte zugleich auch den unentbehrlichen Erreger der organischen Thätigkeit empfangen.

Sauerstoffconsum während dieser Tageszeit die Sauerstoffzufuhr weit übertrifft, so würde der Organismus ohne jene beträchtliche Sauerstoffaufspeicherung den im thätigen, wachen Zustande stattfindenden und für die Kraftproduction unerlässlichen Stoffverbrauch nicht zu decken vermögen und daher niemals einer vollen Thätigkeit und reichen Kraftentwickelung fähig sein. Nach meiner Ueberzeugung liegt z. B. die Ursache der steten Müdigkeit und Kraftlosigkeit bleichsüchtiger Frauen zum grössten Theile in der krankhaften, anomalen Beschaffenheit der Blutzellen, in Folge deren letztere die zu einem thätigen, lebhaften Stoffumsatze für die Dauer des Tages erforderliche Sauerstoffmenge nicht aufzunehmen und zu binden vermögen.

Fassen wir nun die eben beschriebenen Vorgänge kurz zusammen, so erhalten wir von dem ewigen Kreislaufe des Schlafens und Wachens folgendes schematische Bild:

Der unter gewöhnlichen Umständen eingeathmete Sauerstoff reicht zur Hervorbringung der Vorgänge eines kraftvollen Stoffwechsels und der dadurch bedingten reichlichen Kraftproduction nicht hin. Der Körper verfällt daher, wie dies z. B. bei dem neugebornen Kinde der Fall ist, sehr bald in den als Schlaf bezeichneten Zustand der Unthätigkeit und Bewusstlosigkeit, während dessen nun der Organismus Zeit hat, eine beträchtliche Menge dieses Gases dadurch in sich aufzuspeichern, dass der während dieser Zeit tiefer Ruhe eingeathmete Sauerstoff nur zum kleinsten Theile im Schlafe (als Kohlensäure) ausgeschieden, zum grössten Theile aber in dem Blute zurückgehalten und angesammelt wird.

Hat diese Ansammlung ihre Grenze erreicht und beginnt daher der zugeführte Sauerstoff wieder energisch in das Getriebe des Stoffumsatzes einzugreifen, so erfolgt das Erwachen, d. h. der Beginn eines raschen, erhöhten Stoffwechsels und einer erneuten Körperthätigkeit, in deren Verlauf nicht nur der gleichzeitig bei Tage eingeathmete, sondern auch der während des Schlafes aufgespeicherte Sauerstoff allmählich verbraucht und verzehrt wird. Ist Letzteres geschehen, so tritt in Folge der hierdurch bewirkten Lähmung des Stoffumsatzes wieder der Zustand der Erschöpfung und Erschlaffung, zuletzt der Schlaf ein, worauf die Kette der beschriebenen Erscheinungen wieder von vorn beginnt.

Um einen, allerdings hinkenden Vergleich anzuwenden, möchte ich hierbei den Sauerstoff als die Wasserkraft bezeichnen, welche das complicirte Mühlwerk des Organismus treibt. Da jedoch die Wassermenge des Baches nicht hinreichend ist, um das ganze Räderwerk Tag und Nacht in

rasche, kräftige Bewegung zu setzen, so wird während der Nacht nur ein kleiner Theil des Wassers zum Betriebe eines Rades verwendet, während sich der grösste Theil desselben in einem dazu bestimmten, geräumigen Bassin ansammelt. Ist nun letzteres angefüllt, so öffnet das auf diese Weise hoch gespannte Wasser durch seinen Druck das Schleusenthor, durch welches es alsdann in breiter Fluth den verschiedenen, stillgestandenen Rädern des Mühlwerkes zuströmt und dieselben so lange in kräftigen Umschwung versetzt, bis der Inhalt des Bassins erschöpft ist, und daher das Wasser nicht mehr ausreicht, um das ganze Werk zu treiben, worauf sich das Schleusenthor wieder schliesst und alsdann dieselbe Reihe von Vorgängen sich von Neuem wiederholt. Was in unserem Bilde der Stillstand des Mühlwerkes, das ist im Organismus der Schlaf.

In ganz ähnlicher Weise, nur in weit schwächerem Grade wie der Schlaf wirkt auch die Ruhe, indem durch dieselbe der Stoffverbrauch gleichfalls reducirt und dadurch dem Organismus Gelegenheit gegeben wird, einen Theil des dabei eingeathmeten Sauerstoffs zurückzuhalten und für die nachfolgende Thätigkeit aufzuspeichern, woraus sich sowohl die stärkende Wirkung des Ausruhens, als auch die Thatsache erklärt, dass Personen, welche ihren Körper nur wenig durch Arbeit anstrengen und den grössten Theil ihrer Zeit in Unthätigkeit verbringen oder, wie dies bei Kranken der Fall ist, immer im Bette liegen, lange Zeit des Schlafes entbehren können und daher nur geringes Schlafbedürfniss empfinden, wogegen Personen, welche den ganzen Tag angestrengt arbeiten, und hierdurch einen starken Stoffumsatz und Stoffverbrauch in ihrem Körper hervorrufen, nach einer bestimmten Zeit unwiderstehlich vom Schlaf ergriffen werden.

Auch die gewöhnliche Ermüdung der Muskeln sowie der übrigen Organe beruht auf einer vorübergehenden Entsauerstoffung derselben, d. h. auf einer momentanen Kraftererschöpfung, welche dadurch entsteht, dass der Muskel allen in ihm vorhandenen Sauerstoff durch längere Bewegung oder Arbeit verbraucht und daher zur Erneuerung seiner Leistungsfähigkeit einiger Zeit der Ruhe bedarf, um den nöthigen Sauerstoff nebst dem sonstigen Ernährungsmateriale aus dem Blute wieder aufzunehmen.

Ueberhaupt lassen sich mit Hülfe meiner Theorie eine Reihe bekannter, bei dem Schlafe vorkommender Erscheinungen befriedigend erklären, von welchen man sich bisher keine oder eine nur sehr unvollkommene Rechenschaft geben konnte.

Man versteht nun leicht den ungleichen Verlauf des Schlafes und den Grund, warum der erste (gewöhnlich vormitternächtliche) Schlaf zugleich der ruhigste, tiefste, erquickendste und traumloseste ist, und warum wir aus demselben ungleich schwieriger zu erwecken sind, als aus dem späteren, weit leiseren Morgenschlafe, welcher sich schon mehr dem wachen Zustande nähert, meistens unruhig und reich an lebhaften Träumen ist und aus welchem wir daher auch schon durch ein leises Geräusch oder einen schwachen Nervenreiz aufgeweckt werden, indem hier der bereits reichlich angehäufte Sauerstoff seine belebende Action zu äussern und in Folge dessen die Lebens- und Nerventhätigkeit sich bereits wieder zu regen und daher auch die Gehirnfunction und die Sensibilität der Nerven für äussere Eindrücke sich wieder zu beleben beginnt, während dagegen im Anfange und in der ersten Zeit des Schlafes, wo die Sauerstofferschöpfung und Ermattung des Stoffumsatzes sich auf ihrem Höhepunkte befinden, fast alle Thätigkeit und somit auch diejenige des Gehirns darniederliegt und daher auch die Empfindungs- und Sinnesnerven nur noch durch starke Reize erregt werden. Wird der Eintritt des Schlafes durch äussere Umstände übermässig lange verhindert, so erreicht jene Sauerstofferschöpfung, d. h. die Unfähigkeit, sich länger aufrecht zu erhalten, zuletzt einen solchen Grad, dass nichts, auch bei der stärksten Willenskraft, mehr im Stande ist, uns vom Schlafe abzuhalten, und wir, wie man zu sagen pflegt, fast im Stehen einschlafen. In diesem Falle ist der Schlaf nicht nur tiefer, sondern auch stets von längerer Dauer, entsprechend dem Grade der vorhergegangnen Schlafabstinenz.

Es liegt auch hierin wieder der Beweis, dass wir es im Schlafe mit etwas an Maass und Zahl Gebundenem zu thun haben und dass während desselben dem Organismus etwas zurückgegeben werde, das letzterem während des wachen Zustandes entzogen wurde, und ohne welches derselbe nicht zur vollen Thätigkeit zurückkehren kann.

Es ist nun einleuchtend, dass, wenn durch eine über die gewöhnliche Grenze hinaus fortgesetzte Thätigkeit aller Sauerstoff im Blute und den Geweben verbraucht und erschöpft wurde, natürlich längere Zeit, d. h. ein längerer Schlaf dazu gehört, jenen Verlust durch die Athmung wieder zu decken, als wenn jene Sauerstofferschöpfung nicht so weit getrieben wurde, denn es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass der Schlaf nicht immer erst nach vollständiger Aufzehrung alles angesammelten Sauerstoffes, sondern unter gewöhnlichen Umständen

schon da eintritt, wo derselbe auf einen solchen Bruchtheil reducirt ist, welcher den Bedürfnissen eines regen Stoffwechsels und einer lebendigen Krafterzeugung nicht mehr genügt, aber wohl noch hinreicht, den Körper, wenn derselbe durch zwingende äussere oder innere Umstände, namentlich durch Nervenaufregung und Nervenreiz (Sorgen, Schmerz etc.) zur höchsten Anstrengung angespannt wird, noch einige Zeit im wachen Zustande zu erhalten.

In ersterer Hinsicht denke man an das sog. Mittagsschläfchen, in letzterer, an langes angestrengtes Nachtwachen. Auch das kurze Erwachen, das nicht selten den Schlaf unterbricht, übrigens aber bei einem guten, gesunden Schlafe nicht leicht vorkommt, ist jedenfalls ebenso die Folge störender äusserer oder innerer Ursachen, wie allzu grosser Hitze, unbequemer die Athmung beengender Lage, starker Geräusche, Verdauungsbeschwerden, Blutstockungen etc., wobei besonders noch auf den für meine Auffassung wichtigen Umstand aufmerksam zu machen ist, dass dieses Erwachen nicht leicht in der ersten Zeit des Schlafes, sondern vorzugsweise nur gegen Morgen stattfindet, wo in Folge der bereits ziemlich vorgeschrittenen Sauerstoffaufspeicherung die Nerven- und Gehirnthätigkeit wieder etwas zu erwachen beginnt und sich alsdann gewöhnlich durch lebhaftere Träume manifestirt.

Es steht hiermit zugleich die bekannte Erfahrungsthatsache in Uebereinstimmung, dass sich Träume vorzugsweise in dem nachmitternächtlichen Schlafe einstellen, wogegen in den ersten Stunden des Schlafes die Thätigkeit des Denkorganes durch die angeführte Ursache so vollständig aufgehoben ist, dass hier selbst diese leisen, schwachen Geistesvibrationen, wie ich die Träume nennen möchte, nicht mehr oder nur sehr selten vorkommen. Die Richtigkeit dieser Bezeichnung wird man anerkennen, wenn man sich vergegenwärtigt, wie unbestimmt, matt, schwankend und formlos die, die Traumbilder zusammensetzenden Ideen im Allgemeinen sind.

Für meine Ansicht von dem Zustande des Denkorgans während des Schlafes ist es ferner von Bedeutung, dass auch die Gedächtnisskraft in demselben ganz oder fast ganz gelähmt ist und uns daher nur selten klare Erinnerungen von gehabten Träumen übermittelt. Auch in den Gegenständen, mit welchen sich die Träume gewöhnlich beschäftigen, spricht sich die Dürftigkeit der darin sich äussernden Denkkraft aus, indem dieselben fast ausnahmslos nur verzerrte und entstellte Reproductionen von früher aufgenommenen sinnlichen Ein-

drücken enthalten. Da es auch Personen giebt, welche gar nicht oder nur selten träumen, so scheint dies auch von individuellen Anlagen, nämlich davon abzuhängen, ob das Denkorgan der betreffenden Person leicht erregbar und beweglich ist, d. h. durch eine geringe Kraft (wenig Sauerstoff) in Stoffumsatz und dadurch in Thätigkeit versetzt wird oder nicht.

Was nun die Dauer und Frequenz des Schlafs und insbesondere das ungleiche Schlafmaass in den verschiedenen Lebensaltern anbetrifft, so erklärt sich zunächst das erhöhte Schlafbedürfniss im jugendlichen Alter ganz aus derselben Ursache, aus welcher Kinder und junge Leute mehr und öfter essen, d. h. aus dem im jugendlichen Organismus stattfindenden, rascheren Stoffwechsel und bedeutenden Stoffansatze, oder mit andern Worten, aus dem Acte des Wachsthums. Es ist kein Zweifel, dass die Processe der Neubildung und des Aufbaues der Organe, der Erzeugung von Muskel-, Hirn- und Nervensubstanz auf chemischen Vorgängen beruhen, an welchen der Sauerstoff als mächtigstes Agens des gesammten Chemismus einen hervorragenden Antheil nimmt, und dass folglich die Körperzunahme eines im Wachsen begriffenen Menschen oder Thieres nicht nur eine gesteigerte Zufuhr und Consumption der festen und flüssigen, sondern auch des gasförmigen Nährstoffes (des Sauerstoffes) nach sich zieht. In Folge dieses vermehrten Sauerstoffverbrauches sehen wir denn auch Kinder in den ersten Lebensjahren stets schon nach mehrstündigem Wachen wieder in Schlaf verfallen, welcher so lange fortdauert, bis das Blut wieder eine hinreichende Menge Sauerstoff aufgenommen hat, um den Stoffumsatz und die Thätigkeit in den Geweben wieder zu beleben und für einige Zeit zu unterhalten.

Was nun das ungleiche Schlafbedürfniss verschiedener Personen im reiferen Lebensalter anbetrifft, so beruht dasselbe offenbar auf einer ungleichen Sättigungscapacität des Blutes für den Sauerstoff, und zwar erscheint es am naturgemässesten hierbei anzunehmen, dass bei Personen, welche beispielsweise nur 4 bis 5 Stunden Schlafes bedürfen, die Fähigkeit des Blutes, Sauerstoff zu fixiren, geringer ist und daher die Grenze der Sauerstoffaufspeicherung in kürzerer Zeit erreicht wird, als bei Individuen, welche 7 bis 8 Stunden Schlafes nöthig haben, ebenso wie ja auch ein kleineres Gefäss rascher vollgefüllt und zum Ueberlaufen gebracht wird als ein grosses. Ein kleines Gefäss muss aber natürlich alsdann auch wieder öfter gefüllt werden, d. h. der aufgenommene kleinere und sich daher auch

rascher erschöpfende Sauerstoffvorrath muss öfter wieder ergänzt werden, wesshalb denn auch Personen dieser Art in der Regel grosse Neigung haben, bei Tage, besonders nach Tische ein kürzeres oder längeres Schläfchen zu halten, wie dies namentlich auch stets bei alten Leuten der Fall ist, deren nächtlicher Schlaf bekanntlich gleichfalls im Allgemeinen von weit kürzerer Dauer ist.

Letzteres rührt hier im Greisenalter offenbar gleichfalls daher, dass entweder in Folge von Blutarmuth, Verminderung der Anzahl der Blutzellen oder auch sonstigen inneren Veränderungen des Blutes, die Menge des in demselben während des Schlafes fixirbaren Sauerstoffes beträchtlich vermindert und hierdurch zugleich die Dauer des nächtlichen Schlafes abgekürzt wird, da wie oben gezeigt wurde, das Erwachen stets dann eintritt, wenn das Blut mit Sauerstoff gesättigt ist, was natürlich hier, eben wegen der verminderten Sauerstoffcapacität, früher oder in kürzerer Zeit erfolgt als unter gewöhnlichen Umständen. Ihre Bestätigung findet diese Anschauungsweise in dem im vorgerückten Alter stets gleichzeitig eintretenden Nachlasse der Kräfte sowie in dem Trägerwerden aller inneren Functionen, was Beides gleichfalls nur die nothwendige und natürliche Folge jener verminderten Zufuhr und Action des Sauerstoffes und der dadurch bedingten Verlangsamung des Stoffumsatzes ist.

In der Poesie hat man den Schlaf oft den Bruder des Todes genannt, und in der That hat diese Bezeichnung auch in wissenschaftlichem Sinne wenigstens insofern etwas Wahres, als die Ursache des Schlafes, die Entsauerstoffung des Organismus, bis zu einem extremen Grade gesteigert, die Lebensthätigkeit für immer zum Stillstande bringen und so zur Ursache des Todes werden kann. Gleichwie der Mangel fester und flüssiger Nahrung den Tod durch Verhungern nach sich ziehen kann, so giebt es auch einen Hungertod in Folge des Mangels von gasförmiger Nahrung, d. h. von Sauerstoff. In einer grossen Zahl von Krankheitsfällen tritt der Tod nur desshalb ein, weil das Blut in Folge krankhafter Veränderung oder Zersetzung die Fähigkeit verloren hat, die zur Unterhaltung der Lebensprocesse nöthige Sauerstoffmenge aufzunehmen und den Geweben zuzuführen, womit zugleich die Quelle der Lebenskraft versiegt und der vorübergehende Zustand des Schlafes sich in den ewigen Schlaf des Todes verwandelt.

Was nun schliesslich noch die Frage des Winterschlafes betrifft, so kann ich mich wohl damit begnügen, sie mit einigen Worten zu berühren. Durch seinen gesammten Charakter,

seine Dauer, seinen Verlauf und sein mehr ausnahmsweises Auftreten bloss bei einigen Thiergattungen, ist der Winterschlaf schon so vollständig von dem gewöhnlichen, allen warmblütigen Thieren gemeinsamen und täglich wiederkehrenden Schlafe differenciirt, dass eine wissenschaftliche Erklärung des letzteren den Winterschlaf ganz aus dem Kreise ihrer Betrachtung lassen könnte, wenn nicht der Name denselben gewissermaassen mit dem eigentlichen Schlafe identificiren würde. Um die gänzliche Verschiedenheit beider darzuthun, brauche ich wohl nur an die vollständige Verschiedenheit der Bedingung und äusseren Umstände zu erinnern, unter welchen der Winterschlaf in der Natur eintritt. Derselbe ist nicht, wie der gewöhnliche Schlaf, das Ergebniss des Kraft- und Stoffverbrauchs im Innern des Organismus, sondern das Resultat äusserer klimatischer, insbesondere thermischer Veränderungen, welche, wie es scheint, derart lähmend und hemmend auf die innere Lebensthätigkeit gewisser Thiere einwirken, dass der Körper derselben dadurch in eine Art Erstarrungszustand geräth. Das Murmelthier, sowie die übrigen Winterschläfer, verfallen bekanntlich in den Winterschlaf, sobald beim Beginne des Winters die Temperatur unter einen gewissen Punkt herabsinkt, und es gelingt daher sogar auch mitten im Sommer den Winterschlaf auf künstlichem Wege dadurch hervorzurufen, dass man Thiere dieser Art in einen Eiskeller bringt, sowie andrerseits Winterschläfer im Winter sogleich aus ihrem Erstarrungszustande erwachen, wenn man dieselben in ein warmes Zimmer bringt. Der Winterschlaf ist hiernach lediglich etwas von der äusseren Temperatur Abhängiges, und ich möchte denselben daher für die betreffenden Thiere als dasselbe bezeichnen, was der Stillstand der Vegetation im Winter für die Pflanzen ist, welche gleichfalls nur in der Kälte in ihren Winterschlaf verfallen, in warmen Räumen (Treibhäusern) dagegen ihre volle Lebensthätigkeit bewahren. Noch weiter ergiebt sich diese Analogie aus der Thatsache, dass dieser thierische und pflanzliche Winterschlaf zwischen den Tropen, in den Regionen ewigen Sommers eine unbekannte Erscheinung ist, und nur da vorkommt, wo strenge Kälte dem organischen Leben feindlich entgegentritt.

Die totale Verschiedenheit von Schlaf und Winterschlaf geht aber wohl am besten daraus hervor, dass auch die winterschlafenden Thiere ausserhalb ihres Winterschlafes in der warmen Jahreszeit sich nach Anstrengungen dem gewöhnlichen Schlafe überlassen, um in ihm neue Kräfte zu schöpfen. Ausserdem beschränkt sich der Winterschlaf auf eine verhältnissmässig so

kleine Gruppe von Thieren, dass derselbe bloss als eine besondere Eigenthümlichkeit gewisser Thierformen erscheint, und es wird daher bei dem heutigen Stande der Wissenschaft Niemand mehr einfallen, den Winterschlaf und den eigentlichen Schlaf, welch letzterer als ein allgemeiner, allen warmblütigen Thieren gemeinsamer physiologischer Vorgang zu bezeichnen ist, zu indentificiren, oder beide aus denselben Ursachen und nach den nämlichen Gesetzen erklären zu wollen.

Ebenso kann auch der durch Narkotica erzeugte schlafähnliche Zustand keineswegs als ein wirklicher Schlaf, sondern lediglich als die Wirkung der künstlich unterdrückten Nerventhätigkeit und daher als ein blosser Zustand temporärer Betäubung oder Empfindunglosigkeit betrachtet werden, wie schon die Thatsache beweist, dass die Narkose niemals die stärkende und erquickende Wirkung des natürlichen Schlafes hervorbringt, sondern im Gegentheil stets das Gefühl von Ermattung, Schwere und Abspannung im Körper hinterlässt.

Wenn nun auch die im Vorstehenden entwickelte Theorie, wie ich mir keineswegs verhehle, noch gar manche Lücken darbietet und mancherlei wichtige Fragen zur Zeit nur unvollständig beantwortet, so theilt dieselbe doch darin nur das Schicksal aller neuen wissenschaftlichen Theorien, welche, ursprünglich stets von vereinzelten Thatsachen ausgehend, anfangs nothwendiger Weise immer einen mehr oder minder hypothetischen Charakter besitzen, um erst allmählich durch nachfolgende Entdeckungen zum Range wirklicher Naturwahrheiten oder Naturgesetze erhoben zu werden, und der Zweck der vorliegenden Arbeit ist daher vollkommen erreicht, wenn es mir durch dieselbe gelungen ist, wenigstens einige Strahlen helleren Lichtes in das dunkle Reich des Schlafes gesendet und hierdurch den Weg und die Richtung weitere Forschungen auf diesem Gebiete näher bezeichnet zu haben.

---

# Phosphorvergiftung und acute gelbe Leberatrophie.

Eine

**pathologisch-chemische Studie.**

Von

Dr. phil. **Rummel**, Studiosus der Medicin.

---

Ein in jüngster Zeit im hiesigen Hospital auf der Abtheilung des Herrn Professor Pfeufer vorgekommener Fall einer Phosphorvergiftung gab mir Veranlassung, die beiden in ihren Symptomen so ähnlichen Krankheiten zu vergleichen und ihnen eine Beobachtung anzureihen, welche vielleicht ermöglicht, eine präcisere Differentialdiagnose festzustellen und eventuell die bisher feststehenden Thatsachen eines weiteren zu bestätigen.

Phosphorvergiftung[1]:

Barbara Vetter, 21 Jahre, ledige Patronenmacherin von Augsburg, wurde am 16. Nov. 1867 in die IV. med. Abtheilung aufgenommen, gab an, sie habe sich vor acht Tagen durch übermässigen Genuss von Bier und Käse den Magen verdorben, darauf heftiges Erbrechen und Schmerzen in der Magengegend bekommen.

Sie klagte bei der Aufnahme über Kopfweh, Schwindel und Appetitlosigkeit, hat die Nacht vorher noch 10 Mal gebrochen, während der Stuhl seit mehreren Tagen angehalten ist.

Vor drei Jahren bekam sie in Kroatien das Wechselfieber, hatte seitdem noch zuweilen Fieberanfälle, ausserdem nie nennenswerthe Krankheiten, war namentlich niemals magenleidend.

---

[1]) Krankengeschichte und Sectionsbericht nach einer gefälligen Mittheilung des Herrn Dr. Jolly.

Stat. praes. Puls 88. Temp. nicht erhöht. Zunge feucht. belegt. Durst vermehrt. Kein Appetit. Herz und Lunge frei. Leib nicht aufgetrieben. Epigastrium empfindlich gegen Druck.

Milz percutirbar. Menses früher regelmässig, haben drei Monate sistirt, sind am Tage der Aufnahme wieder eingetreten.

Vaginalportion etwas verkürzt. Muttermund für den Finger durchgängig. Mässiger Blutabgang.

Am dritten Tage nach der Aufnahme stellte sich leichte ikterische Färbung ein, die am vierten Tag schon sehr ausgesprochen war. Urin dunkel, enthält Gallenfarbstoff. Die durch Darreichung von kleinen Portionen Calomel hervorgerufenen Entleerungen waren fast farblos. Die subjectiven Symptome blieben dieselben: Appetitlosigkeit und Schmerz im Epigastrium. Leberdämpfung normal. Am 22. Nov. (elften Tag der Krankheit) fand sich der Leib aufgetrieben, überall empfindlich, besonders im Epigastrium und der Lebergegend. Pat. führt zuweilen verworrene Reden. Puls 88. Temp. 37,2.

23. Nov. Pat. muss mit Gewalt im Bett gehalten werden, jammert beständig über Kopfweh, giebt unzusammenhängende Antworten, hatte dreimal dünnen farblosen Stuhl. Leberdämpfung deutlich verkleinert, starker Meteorimus. Puls 96. Temp. 37,0.

Auf eine kalte Begiessung trat vorübergehend Ruhe ein, nach einer Stunde wieder furibunde Delirien, die auch an den beiden folgenden Tagen fortdauerten mit kurzen Remissionen nach Injection von Morphium und kalten Begiessungen.

Der Puls betrug am 24. Nov. 120, war schwach und leicht unterdrückbar. Temp. wegen Unruhe des P. nicht messbar, erscheint für das Gefühl um wenig erhöht. Icterus sehr intensiv.

Der Urin enthält viel Gallenfarbstoff und Eiweiss, mikroskopisch hyaline und Körnercylinder.

Am 25. Nov. gegen Mittag verfiel Pat. in einen soporösen Zustand, aus dem sie nicht mehr erwachte. Trachealrasseln, gelber Schaum vor dem Munde. Der Urin wurde seit Eintritt der Gehirnsymptome mit dem Katheter abgenommen. Temp. am 25. Mittag in der Scheide gemessen 37,3. Puls 126. Pupillen contrahirt.

Am 26. Nov. früh $4^1/_2$ Uhr erfolgte der Tod.

Die Diagnose wurde auf acute Leberatrophie gestellt.

Am Tag vor dem Tode wurde die Nachricht gebracht, die Kranke habe sich mit Phosphor vergiftet; eingezogene Er-

kundigungen ergaben, dass dieselbe aus Kummer über die Untreue ihres Geliebten 5 Tage vor ihrem Eintritt in's Spital den Phosphor von zwei Paqueten Zündhölzchen abgeschabt und in einem Glas Arac getrunken habe.

Sectionsbefund 27. Nov. 1867. Haut und Conjunctiva stark ikterisch, an beiden Armen mehrere über thalergrosse blaue Flecken. Rother Schaum vor dem Munde.

Hirnhäute gelb. Hirnwindungen verstrichen. Substanz stark ödematös. Ventrikel nicht erweitert.

Herz schlaff, brüchig, fettig degenerirt.

In den Lungen mehrere faustgrosse, dunkelrothe Infarcte, im Unterlappen Oedem. In den Infarkten mikroskopische Eiterinfiltration und Blutüberfüllung; ausserdem grosse Fetttropfen und Gallenfarbstoffbrocken. — Embolie.

Leber besonders im Dickendurchmesser verkleinert. Der linke Lappen besonders klein, hängt mit der Leber nur durch eine schmale Brücke zusammen. Bauchfellüberzug runzlich. Substanz weich, auf dem Durchschnitt grauroth, mit mehreren über kindsfaustgrossen hellgelben Flecken durchsetzt.

Ueberall starker Zerfall der Leberzellen. In den grau-rothen Partien fast nur molekulärer Detritus, in den gelben mehr fettig degenerirte Zellen und Gallenfarbstoff.

Galle dunkel, sparsam. Ductus choledochus frei.

Im Magen mehrere hämorrhagische Erosionen. Keine Geschwüre, kein freies Blut. Darm normal, mit farblosem Koth gefüllt. Milz nicht vergrössert, derb. Nieren geschwellt. In den Kelchen Ekchymosen. Hochgradiger fettiger und molekulärer Zerfall der Epithelien. Uterus und Ovarien normal. Muskeln des Bauchs und Oberschenkels fettig degenerirt. Fettdegeneration am stärksten in der Leber, dann Niere, dann Herz, Körpermuskeln, Uterus, Lungen, Magen etc.

Diesem von Herrn Dr. Jolly mitgetheilten Bericht habe ich durch die gefällige Mittheilung des Herrn Prof. Dr. Voit noch beizufügen, dass im Urin sich Leucin vorfand, und dass weder Herr Prof. Buhl, noch ich selbst im Stande war, farblose Blutkörperchen im Blute aufzufinden.

Ich erwähne diesen letzteren Umstand deshalb, weil ich im Sommer 1865 an einer mit Phosphor vergifteten Henne die Beobachtung machte, dass die äusserst geringe Menge Blut, die die noch lebende Henne in sich hatte und wodurch allein schon meine Aufmerksamkeit erregt wurde, lackfarben war und nicht mehr ein einziges farbiges Blutkörperchen enthielt.

Ganz dieselbe Beobachtung machte im vorigen Jahre Herr Prof. Voit an einem Hunde, dem er Phosphoröl in die Vena cruralis eingespritzt hatte.

Die Henne, die, 8 Tage bevor ich sie sah, Brod, das zum Zwecke der Rattenvertilgung mit Phosphorteig bestrichen war, gefressen hatte, konnte nicht mehr recht stehen und zeigte durch immerwährendes klagendes Geschrei Schmerzgefühl.

8 Tage zuvor hatte eine andere Henne ebenfalls ein Stückchen von diesem Brode gefressen und ging an jenem Tage noch daran zu Grunde.

Die kränkelnde Henne wurde sofort in meiner Gegenwart geschlachtet. Sie hatte nur noch im Herzen und den ihm nächsten Gefässen Blut, alle übrigen sowohl grossen, als kleinen Gefässe waren vollkommen blutleer, so dass die Muskeln ganz blass erschienen. Die Quantität zersetzten Blutes betrug nicht einen Kaffeelöffel voll.

Als ich das durch seine Lackfarbe auffallende Blut unter das Mikroskop brachte, fand ich nächst einem braunröthlichen Molekulargerinnsel blasse farblose Körperchen, die in Form den Blutkörperchen glichen.

Beim Eröffnen der Bauchhöhle und des Magens konnte ein Geruch nach Phosphor nicht wahrgenommen werden. Dagegen zeigte die Pylorusgegend dunkelrothe Infarcte und eine offenbar corrodirte Stelle.

Der Mageninhalt enthielt, nach der Scherer'schen Methode behandelt, keinen Phosphor in Substanz mehr, wohl aber gelang es mir, trotz der gewiss äusserst geringen Menge, welche vorhanden sein konnte, Phosphorige Säure, durch Einleiten des Dampfes des schwach erwärmten Mageninhaltes in Ammon-haltige Silberlösung nachzuweisen. (SH war keines vorhanden.)

Ebenso konnte ich selbst noch in dem Waschwasser womit ich die Magenwand abspülte, Phosphorsäure durch die Molybdänprobe nachweisen.

Daraus ergiebt sich, dass der vor acht Tagen in den Magen gelangte Phosphor in der Pylorusgegend sich anklebte, diese Stelle entzündete und corrodirte, während er sich allmählich in seine Oxydationsstufen umwandelte.

Die Quantität des Phosphors konnte sicher nur eine äusserst geringe gewesen sein, da sonst die Henne, ebenso wie die andere, in viel kürzerer Zeit hätte zu Grunde gehen müssen.

Da nun aber, trotz dieser äusserst geringen Menge Phosphors, seine beiden Oxydationsstufen noch ganz deutlich zu finden

waren, so dass die Phosphorsäure sogar noch in dem Waschwasser, womit die Magenwände bespült waren, eine deutliche Reaction gab, so kann in diesem Falle kaum angenommen werden, dass eine Verdampfung des Phosphors in Substanz stattgefunden habe, vielmehr spricht sich die grösste Wahrscheinlichkeit dafür aus, dass der Phosphor in seinen Oxydationsstufen durch den Darm resorbirt wurde und so ins Blut gebracht, hier die Zerstörung dieses flüssigen Gewebes bewirkt habe.

Dass selbst die Phosphorsäure noch die Zerstörung der Blutkörperchen bewirken kann, hat Leyden nachgewiesen.

In welcher Oxydationsform übrigens hier der Phosphor in's Blut überging, wage ich nicht zu entscheiden, richtig ist nur, dass Phosphorsäure auch im Blute nachgewiesen werden konnte.

Da es mir damals nur um den chemischen Nachweis zu thun war, so habe ich die Untersuchung der übrigen Organe unterlassen und kann nur noch anführen, dass mir das Herz durch seine grosse Schlaffheit auffiel.

Das Wesentlichste aber, das ich diesen Betrachtungen zu Grunde legen will, ist die Erscheinung der zerstörten Blutkörperchen, sowohl durch Phosphor in den Magen gebracht, als auch wie bei dem Hunde des Herrn Prof. Voit gleich direct dem Blut injicirt.

Die Blutkörperchen zerfallen in Hämatin und Globulin. Das Hämatin schwimmt als braunrothes Gerinnsel im Plasma, oder kann auch in demselben gelöst sein, je nach den vorhandenen Bedingungen, während das Globulin noch seine Form erhalten zeigt.

Es fragt sich nun: wie verhält sich diese Erscheinung zur Pathogenese des Icterus und der ihn begleitenden fettigen Degeneration der Organe?

Ueber das Wesen des Icterus selbst, sowie über die verschiedenen darüber früher und jetzt herrschenden Theorien, dürfte wohl nicht leicht eine verdienstvollere Monographie in der Neuzeit geschaffen worden sein, als die „Beiträge zur Pathologie des Icterus von Dr. E. Leyden, Prof. in Königsberg“.

Ohne weiter als nöthig auf diese höchst verdienstvolle Schrift eingehen zu wollen, darf ich daran erinnern, dass er den Icterus, wie auch anderwärts geschieht, in den Resorptions- d. i. Stauungsicterus, und in den Bluticterus, oder den durch den Zerfall der Blutkörperchen im Blute selbst und dadurch

in den Geweben durch Umwandlung des Hämatins in Gallenfarbstoff hervorgerufenen Icterus eintheilt*).

Der noch citirte Suppressions-Icterus der Engländer dürfte wohl durch diese Schrift selbst seinen letzten Todesstoss erfahren haben. Als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal stellt Leyden für den Resorptionsicterus die Anwesenheit der Gallensäuren im Harne in erster Linie fest, „denn schon bei mässigen Graden des Resorptions-Icterus werden die Gallensäuren im Harn nachweisbar“ (Pag. 9).

Ueber die in diesem Falle wesentlich zu beachtende Differential-Diagnose aber sagt Leyden Pag. 21: „Der Resorptionsicterus bildet die feste Grundlage, auf welche wir, so lange es irgend angeht, recurriren müssen.“

Aber auf derselben Seite gesteht Leyden zu: „Die Fälle jedoch, in denen ein bestimmtes Hinderniss für den Abfluss der Galle anatomisch nachgewiesen werden konnte, waren relativ selten, in vielen anderen schien der Abfluss ganz frei; und selbst die Anatomen, wie Rokitansky, kamen auf die alte Polycholie, Gallencolliquation, zurück.“

Leyden ist mit Virchow der Ansicht, dass die oft so äusserst geringen Ursachen der Verstopfung des Ductus choledochus im Tode sich ändern, wie bei anderen katarrhalischen Zuständen der Schleimhäute, so dass wohl diese weisslichen Pfröpfe aus Schleim und Epithel, die die Portio intestinalis des Duct. ch. während des Lebens verstopften, in der Leiche nicht mehr auffindbar seien.

Als Beleg hierzu giebt Leyden seine Erfahrungen bei Phosphorvergiftung, wo er sagt: „Wir fanden, dass der bei der Phosphorvergiftung auftretende Icterus ein Resorptions-Icterus sei, bedingt durch eine Duodenitis: im Harn fanden sich die Gallensäuren wieder und der Darminhalt war in grosser Ausdehnung frei von jeder galligen Färbung. Die Gallenblase war strotzend gefüllt, die Leber ikterisch. Dennoch war post mortem das Hinderniss für die Entleerung der Galle so gering, dass sie bei dem leichtesten Druck auf die Blase, ja schon bei den Manipulationen, welche zum Herausnehmen der Leber und der Därme nothwendig waren, in den Darm austrat. Dieses beweist auf das Bestimmteste, dass Hindernisse im Leben bestanden haben können, welche mit dem Erlöschen des Lebens vollständig verschwinden.“

---

*) Einen spastischen Icterus läugnet zwar Leyden nach den Virchow'schen Anschauungen, nach den Erfahrungen aber des Herrn Obermedicinalraths v. Pfeufer kann derselbe nicht bezweifelt werden.

Vergleichen wir hiermit nun unsern Fall von der B. Vetter, so finden wir, dass hier alle diese Bedingungen zur Erzeugung eines Resorptionsicterus vollständig fehlen. Eine Duodenitis ist nicht vorhanden, die Leber ist noch nicht vollständig ikterisch, sondern nur an einigen Stellen finden sich kindsfaustgrosse hellgelbe Flecken, in welchen zwar Gallenfarbstoff bereits abgelagert ist, die aber in der Hauptsache fettig degenerirt sind. Der Ductus choledochus ist frei und die Gallenblase nur sparsam mit dunkler Galle erfüllt. Trotzdem findet sich ein farbloser Darminhalt, eine Erscheinung, worauf Leyden ebenfalls grosses Gewicht legt. Das bei weitem grösste Gewicht aber für den Resorptionsicterus ist immerhin in einer vollständigen ikterischen Beschaffenheit der Leber zu suchen. „Beim Resorptionsicterus ist die ikterische Beschaffenheit der Leber am intensivsten und tritt am frühesten ein". (Virchow und Leyden Pag. 10).

Aus alle diesem geht zur Evidenz hervor, dass wir im vorliegenden Falle bei der B. Vetter, trotzdem, dass die Phosphorvergiftung die directe Ursache des Icterus und des nachfolgenden Todes ist, es mit keinem Resorptionsicterus zu thun haben.

Halten wir alle hier vorliegenden Thatsachen im Auge, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass es ein Bluticterus, und zwar in ziemlich reiner Form ist.

Wir finden „im Magen mehrere hämorrhagische Erosionen", kein Zweifel, dass dies die erste und directe Wirkung der Oxydation des Phosphors ist. Hieraus lässt sich weiter schliessen, dass wenigstens ein Theil des Phosphors in oxydirter Form aufgenommen wurde.

Doch lassen wir vorläufig die Frage, in welcher Form derselbe den Organismus schädigte, ausser Acht, und nehmen wir überhaupt nur die Thatsache in's Auge, die uns die Erfahrung an der Henne und an dem Hunde giebt, so können wir mit kaum einem Zweifel per analogiam schliessen, dass die Zerstörung der Blutkörperchen die Grundursache aller nachfolgenden Erscheinungen bildete.

Das Hämatin der zerfallenen Blutkörperchen ist zum Theil unverändert abgelagert worden, wie die dunkelrothen Infarcte in den Lungen beweisen, ebenso die Ekchymosen in den geschwellten Nieren. Mehrere gleiche Fälle citirt Leyden, so bei einem Versuche an einem Kaninchen (Pag. 63); noch beweisender ist Kühne's Versuch, der „blutigen Harn ohne Blutkörperchen" beobachtete.

Zum grösseren Theil aber ist es in Gallenfarbstoff umgewandelt, daher die gelbe Färbung der Gewebe und des Harnes. Aber nun kann man fragen, wo ist das Globulin, wo sind die zersetzten Blutkörperchen, von denen keines gesehen wurde? Ich glaube auch diese Frage genügend beantworten zu können. Zu diesem Behufe will ich daran erinnern, dass alle im Organismus unbrauchbaren festen Stoffe, wie z. B. die Metalle, in der Leber, dem grossen Filtrirapparat des Organismus zur Ablage kommen. Ich fand selbst bei einer Arsenvergiftung, wo der ganze Organismus kaum mehr als 10 Gran Arsen enthielt, und von diesen der Magen circa 4 Gran, 2 Gran in der Leber.

In einem ganz gleichen Falle befinden wir uns hier. Die zerfallenen und zerfallenden Blutkörperchen wurden im Kreislaufe weiter geführt, bis sie endlich in der Leber theils mit, theils ohne Farbstoff sich infiltrirten und so die hellgelben Flecken daselbst zu Stande brachten. Der also hierdurch erzeugte partielle Icterus in der Leber ist also nicht das Resultat der stauenden Galle, zu dieser Annahme liegt ja gar kein Grund vor, sondern er ist das Resultat der in die Leber infiltrirten zerfallenden Blutkörperchen.

Lassen wir Eiweiss bei mangelndem Sauerstoffzutritt sich allmählich zersetzen, so ist eine Amidverbindung einerseits und ein Kohlenwasserstoff d. i. Fett andererseits das Resultat; ein ganz gleicher Process findet hier in der Leber statt und daher mit dem abgelagerten und in Gallenfarbstoff umgewandelten Hämatin zugleich die fettige Degeneration oder eigentlich besser Infiltration und in zweiter Instanz endlich der Zerfall der Lebersubstanz selbst, sei es, wie Munk und Leyden fanden, durch Embolie oder Ernährungsstörung, oder vielleicht durch die immerhin noch räthselhafte Erscheinung des Contactes. Hier ist es nöthig, ein Resumé anzuführen, das in diesem Falle Herr Prof. Buhl gab. Er machte darauf aufmerksam, dass gerade jene Organe am meisten der fettigen Degeneration unterlagen, weil sie am meisten vom Blute bespült wurden.

Ich komme nun auf die Erscheinung des farblosen Kothes, der hier gefunden wurde, obschon, trotz der genauesten Untersuchung, eine Verstopfung im Ductus choledochus nicht da war, die Gallenblase sogar ziemlich leer an Galle war.

Zu diesem Behufe ist es nöthig, an die Krankengeschichte zu erinnern, aus der wir sehen, dass die Kranke mehrere Tage heftig gebrochen hatte, es musste sich also die Gallenblase entleeren, ohne dass für sie, von der in ihrer Function

gestörten Leber, eine Regeneration der zu Verlust gegangenen Galle zu erwarten stand.

Es ist das wohl ein weiterer Beweis dafür, dass der Icterus der Leber nicht ein von der Gallenblase aus durch Resorption hervorgerufener Icterus war, sondern ein für sich selbstständiger, aus dem zerfallenen Blute hervorgegangener.

Dass unter solchen Verhältnissen Gallensäuren im Blute waren, ist kaum anzunehmen.

Vergleichen wir nun die Phosphorvergiftung mit der acuten gelben Leberatrophie, so finden wir die Krankheit hier anfangen, wo sie dort endigt. Während bei ersterer das zuerst zerfallende Gewebe das Blut ist und die zerfallende Leber die secundäre Form bildet, finden wir bei der acuten Leberatrophie das Gegentheil.

In ihren Wirkungen aber stehen die Phosphorverbindungen, oder dieser selbst, den Gallensäuren ganz gleich: beide zerstören die Blutkörperchen. Beide aber sind desshalb auch im Blute vorhanden und auf bekanntem Wege in demselben sowohl, als auch im Harne nachzuweisen, und auf diesem Wege nur, wenn uns die heftigen Erscheinungen der durch Phosphor hervorgerufenen Gastritis entgangen oder verheimlicht sein sollten, wird es möglich sein, eine genaue Differentialdiagnose zwischen diesen beiden so perniciösen Krankheiten feststellen zu können. — Es erübrigt nur noch, die Frage zu beantworten, ob nicht beide Formen zu gleicher Zeit vorhanden sein können? Wenn wir von dem Falle absehen wollen, dass ein an acuter gelber Leberatrophie Leidender sich allenfalls unnöthiger Weise auch noch mit Phosphor vergiften wollte, so dürfte die Frage desswegen verneint werden können, weil das durch Phosphor hervorgerufene heftige Erbrechen, welches nie fehlen wird, zur Entleerung der Galle stets beiträgt. Wohl aber könnte sich ein Resorptionsicterus dann bei Phosphorvergiftung compliciren, wenn der Verlauf derselben ein langsamer ist, und somit die Vergiftung in so geringem Grade stattgehabt hätte, dass eben nur geringe Störungen in der Leber dadurch bewirkt worden wären, die dann die Ursache weiterer Erkrankung derselben bilden könnten.

## Nachtrag.

Experiment:

Herr Prof. Voit, dem ich hierüber Mittheilung machte, hatte die Güte ein weiteres Experiment in dieser Frage anzustellen.

Er spritzte einem Kaninchen Phosphoröl in die Vena cruralis. Das Kaninchen ging unmittelbar nach der Injection zu Grunde. Bei der Section fand sich in der Aorta geronnenes Blut, aus der Nase aber liefen einige Tropfen lackfarbenen Blutes, welches unter dem Mikroskop keine Blutkörperchen mehr erkennen liess; der Blutfarbestoff war im Plasma gelöst, die Blutkörperchen also zerstört. Eine Reaction, die mit salpetersaurem Silberoxyd, welchem einige Tropfen Ammoniak zugesetzt waren, auf die während der Injection ausgeathmete Luft angestellt wurde, zeigte deutlich, wenn auch bei diesem Thiere schwächer, als bei dem Hunde, ausgeathmete phosphorige Säure, was somit beweist, dass der Phosphor sich des an den Blutkörperchen haftenden Sauerstoffs bemächtigt hatte.

## Zweiter Nachtrag.

Ich verdanke nachträglich der Güte des Herren Obermedicinalrathes v. Pfeufer eine mir bisjetzt unbekannt gebliebene Arbeit des Herren Hofrathes von Bamberger in gleichem Betreffe, die derselbe im April 1866 in einer Sitzung der praktischen Aerzte zu Prag vortrug und in der Würzburger medicinischen Zeitschrift Bd. VII. veröffentlichte.

v. B. will in jener Arbeit zunächst drei Fragen beantwortet wissen, von denen mir die erste zunächst die wichtigste zu sein scheint.

Diese Fragen sind:

I. Ist die Wirkung des Phosphors in ihm selbst, oder in einer seiner Oxydationsstufen zu suchen?

II. Lässt sich über die Ursache der acuten Fettdegeneration der Organe irgend ein Anhaltspunkt gewinnen?

III. Ist es möglich, ein verlässlicheres Antidot gegen Phorphorvergiftung zu ermitteln, als diejenigen, die bisher im Gebrauche sind?

Was nun die erste Frage betrifft, so ist doch wohl vor allem Anderen in's Auge zu fassen, dass der Phosphor ein Körper ist, bei dem das Streben nach Oxydation vorherrschender, als bei den meisten übrigen einfachen Körpern ist, so sehr zwar, dass er, wie bekannt, schon beim Liegen an der Luft diesen Oxydationsprocess bis zur Selbstentzündung eingeht.

Bei so prägnanter Eigenschaft kann der Gedanke, dass sich der Phosphor auch mit Wasserstoff verbinden könne, wie Schuchart meint, zu welchem Zwecke er erst nöthig hat, das im Magen befindliche Wasser zu zersetzen, vollkommen

hintangesetzt werden. Es scheint hier vielmehr, dass Schuchart zu dieser Anschauung sich lediglich der so giftigen Eigenschaft des Phosphorwasserstoffes zu Liebe hat verleiten lassen.

Eine gleiche Anschauung, wie ich hiervon, hat auch H. v. Bamberger. Er lässt deshalb diese Frage mit Recht unbeachtet und geht zur natürlicheren über, nämlich zur Frage, ob der Phosphor nicht in einer seiner Oxydationsstufen zur Resorption gelange.

H. v. B. ist nun der Anschauung, dass die unterphosphorige, phosphorige und Phosphorsäure nur in concentrirtem Zustande oder in grösserer Menge nachtheilige Wirkungen zu äussern vermögen.

Dagegen spricht nun das Experiment. Ich habe in einen Dialiseur, d. i. in eine mit thierischer Membran unten fest verschlossene Glasröhre, eine Phosphorsäureverdünnung von 1 Theil $PO^5$ zu 100 Theilen Wasser gebracht, und diesen so gefüllten Dialiseur in eine Schale mit frischem Blute gestellt und fand nun schon nach wenigen Stunden um den Dialiseur einen schwarzen Hof, der sich allmählich vergrösserte, bis endlich das Gesammtblut schwarz und dünnflüssig war.

Die Blutkörperchen waren aufgelöst und auf dem Boden der Schale hatte sich ein nahezu carminrother Farbestoff niedergeschlagen, in so feiner Vertheilung, dass er selbst bei einer 500maligen Vergrösserung noch nicht zu erkennen war.

Aus diesem Experiment dürfte doch wohl unzweifelhaft hervorgehen, dass die $PO^5$ selbst in so grosser Verdünnung [1]) die Blutkörperchen zu lösen im Stande ist, wie wir überhaupt hieraus auf die blutverdünnende Eigenschaft der Mineralsäuren mit Recht Schlüsse ziehen können. Man könnte hiergegen einwenden, dass es hier stagnirendes Blut war, während im lebenden Organismus eine Blutwelle der andern folgt, und die Alkalescenz des Blutes die Säure augenblicklich neutralisire. Bedenken wir aber, dass die Alkalescenz des Blutes eine sehr schwache ist, der in den Magen oder Darm gebrachte Phosphor bei seiner Umwandlung in die nächsten Oxydationsstufen und der sofortigen Resorption zunächst eine sehr concentrirte Form bildet, so kann uns dieser Einwand wohl wenig stichhaltig erscheinen.

Immer werden Blutkörperchen zur Auflösung gebracht werden, ob die Säure erst durch die Gefässwände diffundire,

---

[1]) Man konnte sie durch den Geschmack kaum mehr erkennen.

oder ob der Phosphor in der Blutwelle selbst seine Oxydation vollbringe.

Es kann deshalb, meines Erachtens, ziemlich geichgültig erscheinen, ob die erste Wirkung des Phosphors eine die Magen- oder Darmwand anätzende ist oder nicht.

Die Schädlichkeit des Phosphors in Substanz liegt darin, dass er, indem er dem Blutkörperchen Sauerstoff entzieht, dasselbe zur Lösung bringt, und dass seine Oxydationsstufen dasselbe direct bewirken.

Wenn Leyden und Munk dem Phosphor desshalb jede Wirkung absprechen, weil er sich eben in den Körpersäften nicht löst, Eiweiss und Zuckerlösungen nicht verändert, die Blutkörperchen nicht alterirt, so haben sie übersehen, dass die Blutkörperchen Ozonträger sind, und dass der zur Oxydation so geneigte Phosphor sich sofort dieses Ozons bemächtigt und auf diese Weise die erste Zerstörung hervorruft, die dann die übrigen zur Folge hat. Aber auch v. Bamberger ist hier an einem Punkte angelangt, welcher ihm das sonst so klare Bild dunkel erscheinen lässt. Weil er weder an Farbe noch Beschaffenheit der mit Phosphor behandelten Blutkörperchen etwas Abnormes fand, die Thatsache aber, die Gegenwart eines dunklen, schlecht gerinnenden Blutes bei Phosphorvergiftung feststeht, so glaubt er die Ursache in den erkrankten Organen, Herz, Leber, Niere suchen zu müssen.

Es wäre sonach nach der Annahme v. Bamberger's die fettige Entartung dieser Organe die primäre, die Blutzersetzung aber die secundäre Erscheinung.

Er meinte zu dieser Annahme um so mehr berechtigt zu sein, als er bei seinen mit Phosphor gefütterten Kaninchen immer die charakteristischen Degenerationen dieser Organe in hohem Grade beobachtete, dabei aber gefunden zu haben glaubte, „dass das aus dem Körper frisch entleerte Blut durch Phosphor in keiner wesentlichen Weise verändert werde“.

Stellt man nun aber das Experiment in der Weise an, dass man Phosphor entweder in Oel, oder einem anderen seiner Lösungmittel, wie Schwefelkohlenstoff oder Alkohol, oder Aether, am besten aber wohl in Oel, direct in's Blut injicirt, so kann man dasselbe schwarze dyscrasische Blut beobachten, wie bei Thieren die mit Phosphor gefüttert wurden, aber ohne dass es hier Zeit gehabt hätte, die fettige Degeneration einzugehn.

Es wäre hier gerade für den pathologischen Anatomen von grossem Werth, die feinen Capillaren und Zellen der

Leber genau zu untersuchen, ob nicht schon mehrere derselben mit Eiweiss infiltrirt sind, und wann schon die fettige Degeneration beginnt.

Fest steht aber einmal, dass dies schwarze dyscrasische sog. „lackfarbne“ Blut die directe Folge der unmittelbaren Einwirkung des Phosphors auf die Blutkörperchen ist. v. Bamberger hat nun directe Versuche mit Phosphor und frischem Blute gemacht, und zwar dadurch, dass er die concave Seite eines Uhrglases mit Blut bestrich und es über ein anderes Uhrglas, in welchem Phosphorstückchen mit Wasser bedeckt lagen, deckte, um so die Einwirkung des Phosphordampfes auf die Blutkörperchen zu studiren.

v. Bamberger konnte hier eben so wenig eine Veränderung der Blutkörperchen beobachten, als bei seinem zweiten Experiment, bei welchem er im Will-Fresenius'schen Apparate Phosphordämpfe vermittelst eines Aspirators durch Blut streichen liess.

In letzterem Falle fand er die Farbe des Blutes nur etwas heller geröthet.

Ich habe nun diese Experimente v. Bamberger's nachgemacht, aber mit anderem Erfolg.

Ich legte in ein Abdampfschälchen ein Stück Phosphor, etwa 4 Grammes, und deckte über dieses ein Uhrglas, so, dass noch etwas Luft zutreten konnte. Auf dieses Uhrglas hatte ich eine Spur Blutes gebracht, so viel, dass ich die Gruppirung der Blutkörperchen unter dem Mikroskop recht gut beobachten konnte. Nachdem ich nun das Uhrglas resp. die Blutkörperchen eine Viertelstunde den Phosphordämpfen ausgesetzt hatte, beobachtete ich sie wieder unter dem Mikroskop, und siehe da, kein einziges Blutkörperchen war mehr zu entdecken, alle waren in eine gelbe gleichförmige Masse umgewandelt.

Das zweite Experiment v. Bamberger's mit dem Will-Fresenius'schen Apparat machte ich in der Weise, dass ich aus einer grösseren Menge erhitzten Phosphoröls, circa ℥β, die Phosphordämpfe in eine minimale Menge, circa eine halbe Drachme Blutes blies. Das Blut wurde allerdings zuerst hellroth, aber dann auch dunkel und schwarz und zwar gerade so wie jenes zersetzte Blut, allerdings aber erst nach längerer Dauer.

Aus den Experimenten v. Bamberger's selbst also geht zur Evidenz die Einwirkung des Phosphors auf die Blutkörperchen hervor. Auch beim Einlegen eines Stückchens Phosphor in Blut beobachtet man alsbald den schwarzen um

den Phosphor sich bildenden Hof; bei weitem rascher aber und deutlicher findet man es, wenn man Blut mit einer Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff oder Alkohol, in welch letzterem sich nur wenig löst, mischt.

Die schwarze Farbe tritt hier augenblicklich zu Tage, so dass wohl hier kein Zweifel übrig bleibt, dass es der Phosphor selbst und nicht eine seiner Oxydationsstufen sei, der hier die zerstörende Wirkung ausübt.

Ebenso sprechend für die Wirkung des Phosphors auf die Blutkörperchen ist das schon erwähnte Experiment am Kaninchen, dem in Oel gelöster Phosphor in die Cruralis gespritzt wurde. Senkt man das Kaninchen nachher, so dass der Kopf unten hängt, so sieht man alsbald roth gefärbtes Plasma, in dem mit dem Mikroskop auch kein Blutkörperchen zu finden ist, aus der Nase treten. Das Blut in diesem gelösten Zustande war durch die Gefässwandungen diffundirt.

Oeffnet man aber ein Gefäss, so kann man noch zahlreiche wohl erhaltene Blutkörperchen in dem übrigens schwarz aussehenden Blute auffinden.

Hätte man die Blutkörperchen vorher zählen können, so würde man nun ein bedeutendes Minus gefunden haben. Von der leichten Permeabilität des Phosphors überzeugt man sich beim Oeffnen so zu Grunde gerichteter Thiere schon durch den Geruch, beweisender aber sind die exacten und schönen Experimente v. Bamberger's hierüber.

Ist nun einmal die Eigenschaft des Phosphors und seiner Säuren, selbst in grosser Verdünnung die Dissolution der Blutkörperchen zu bewirken, festgestellt, so erübrigt mir nur noch, die zweite Frage zu besprechen, die fettige Degeneration der verschiedenen Organe nämlich.

Nachdem ich diese Frage bereits in meinem ersten Aufsatze beleuchtet habe, brauche ich hier nur kurz darauf hinzuweisen, und erlaube mir nur noch, auf die von H. v. Bamberger hierfür gegebenen Hypothesen näher einzugehen.

Die eine Alternative in v. Bamberger's Anschauungen ist die, dass der Phosphor dem Blute das Fett entziehe, um sich in demselben zu lösen, die andere die, dass durch den Phosphor eine Neubildung von Fett auf Kosten der Eiweisskörper stattfinde.

Die erste Annahme dürfte gewiss wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben, da die geringe Menge Fett im Blute so sehr vertheilt ist, dass sich darin nicht wohl eine Lösung zu Stande bringen liesse, überdiess würde zur Lösung desselben auch eine höhere Temperatur als die des Blutes nöthig sein.

Der zweiten Annahme, einer durch den Phosphor bewirkten Fettneubildung der Eiweisskörper, steht das Experiment sowohl innerhalb als ausserhalb des Organismus entgegen: nirgends sehen wir bei der Einwirkung des Phosphors Fett auftreten.

Dagegen hat wohl meine Anschauung, dass das vom Phosphor gelöste Eiweiss sich in den Organen aufstaue und dann in Fett zerfalle, mehr Berechtigung.

Wir sehen ja diese Adipocirbildung auch ausserdem in den Wasserbehältern der Anatomien, in feuchten Felsengrüften etc., kurz eben immer da, wo mangelnder Sauerstoffzutritt jene vollständige Umwandlung des Organischen nicht gestattet.

Dem ganz ähnlich verhält sich hier das gelöste Eiweiss. Das durch den Phosphor des Sauerstoffs beraubte Blut gestattet die vollständige Umwandlung des Eiweisskörpers nicht, sondern es tritt nur eine partielle ein, die Umwandlung in Fett.

Was nun endlich die therapeutischen Vorschläge v. Bamberger's betrifft, so ersehen wir auch hier wieder, in welch genialer Weise derselbe die schwierigsten Fragen zu behandeln versteht, und wir können diese Arbeit nicht aus der Hand legen, ohne unser gerechtes Erstaunen ausgesprochen zu haben über die Vielseitigkeit und Tiefe dieses ausgezeichneten Forschers.

---

# Ueber den Werth der äusseren Schrägmaasse des grossen Beckens*).

Von

**Dr. Erich Gruner.**

---

Bekanntlich hat Martin die zweite Naegele'sche Dimension, d. h. das Verhältniss der beiden äusseren Schrägmaasse des grossen Beckens als praktisch sehr bedeutsam hervorgehoben. Seiner Angabe nach kennzeichnet eine ungleiche Länge dieser Maasse, welche an Lebenden leicht und sicher zu nehmen und bei wohlgebauten Becken gleich gross sein sollen, eine Verschiebung des Vorbergs nach der einen Seite, wie sie bei schrägverengtem Becken sowohl mit, als auch ohne einseitige Ileosacralsynostose (letzteres nicht selten bei Rhachitischen) vorkomme. — Berl. klin. Wochenschr. 1866 No. 14. — Mon.-Schr. f. Geb. XXX. 331.

Bestätigte sich diese Angabe, so würde die Diagnose des asymmetrischen und schrägverschobenen Beckens an der Lebenden sehr erleichtert, und um dieselbe in jedem Falle sicher zu stellen, eine regelmässige Ausdehnung der sonst üblichen äussern Messung auf die Diagonalen des grossen Beckens geboten sein. Dies um so mehr, als ein leichter, wenn auch nicht an sich, doch in Verbindung mit anderweitigen Fehlern immerhin belangreicher Grad schräger Verengung häufig genug vorkommt.

Nach den mannigfachen Anfechtungen indessen, welche die Brauchbarkeit der Naegele'schen Dimensionen bereits früher erfahren hat, durfte man schon erwarten, dass die Martin'sche Angabe nicht ohne Widerspruch bleiben würde. In der That ist solcher neuerdings auch von Schneider

---

*) Diese im Herbst 1867 als Examensarbeit eingereichte Abhandlung hat vor dem Druck einige Redactionsveränderungen und Zusätze erfahren.

erhoben worden. — Ber. d. Marburger Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. Novbr. 1866. — Mon.-Schr. f. Geb. XXIX. 273. — Gestützt auf Messungen an 106 trocknen Becken sowie auf einige an Lebenden gesammelte Erfahrungen kam Schneider zu dem Endresultat, dass die Ausmessung der zweiten wie der übrigen Naegele'schen Dimensionen wohl nutzbar sei, um eine schon vorhandene Vermuthung auf Beckenverschiebung sicher zu stellen, dass es sich aber nicht der Mühe verlohne, bei jeder der geburtshülflichen Untersuchung unterzogenen Schwangeren diese ziemlich umständliche Messung zu machen.

Es ist von selbst klar, dass in dieser für die geburtshülfliche Praxis belangreichen Frage die Entscheidung zunächst auf anatomischem Boden, d. h. durch Messungen an möglichst vielen Beckenskeletten gesucht werden muss. Um nun in dieser Richtung weiteres thatsächliches Material beizubringen, habe ich, veranlasst durch Hrn. Prof. Schwartz, an den im Besitz der Göttinger Gebäranstalt befindlichen Becken die äusseren Schrägmaasse, sowie die Eingangsdiagonalen gemessen.

Zur Messung benutzte ich einen von Dr. Goemann angegebenen, vom Mechanikus Lambrecht angefertigten Tasterzirkel, der eine deutlich ablesbare Millimetertheilung besitzt und sich durch bequeme Handhabung wie durch Feinheit und Genauigkeit der Messung vor andern derartigen Instrumenten auszeichnet.

Bei Ermittlung der äussern Schrägmaasse wählte ich an der Spina ant. sup. oss. il. den von Michaelis angegebenen Messpunkt; an der Spin. post. sup., die sich in Höhe und Breite sehr verschieden gestaltet, nahm ich die hervorragendste Stelle.

Meine Messungen erstreckten sich über 110 knöcherne Becken. Die weit überwiegende Mehrzahl derselben waren sog. Bänderbecken mit gut erhaltenen Verbindungen. Zwanzig Exemplare waren mittelst Draht zusammengefugt. Diese ganz auszuschliessen, wie Martin will, sah ich keinen Grund, um so weniger als die Fugung sicher und anatomisch richtig ausgeführt war, und es hier doch nur auf Ermittlung relativer Verhältnisse ankam.

Behufs besserer Uebersicht habe ich die gemessenen Becken in 4 Gruppen gesondert. Die erste Gruppe umfasst die normalgeformten, d. h. die gleichmässig beschränkten, die mittelweiten, und die gleichmässig zu weiten Becken. Für die zweite Gruppe gab die ausschliessliche oder vorzugsweise Verengung in gerader Richtung, die sog. Abplattung des Beckens das bestimmende Moment. Um jedoch in beiden

Gruppen thunlichst gleichartige Verhältnisse zu erhalten, schloss ich alle ihrem Hauptcharakter nach dahin gehörigen Exemplare aus, sobald die Eingangsdiagonalen derselben um mehr als 4 Mm. differirten.

In die dritte Gruppe stellte ich ausser den deutlich schrägverschobenen auch die aus den ersten beiden Gruppen ausgeschiedenen asymmetrischen Becken, deren Eingangsdiagonalen um 5 Mm. oder mehr verschieden waren. Becken der letztgedachten Art zeigen allerdings in der Regel mehr oder minder erhebliche Merkmale von Verschiebung. Hiernach indessen immer die Bezeichnung zu wählen, würde sehr misslich sein, insofern es sich häufig nur um Spuren von Verschiebung handelt, die dem sonstigen Charakter des Beckens gegenüber ganz und gar in den Hintergrund treten. Vorwiegend schrägverschobene Becken mit weniger als 0,5 Cm. Differenz der Eingangsdiagonalen fand ich in der Sammlung nicht.

Die vierte Gruppe begreift einige theilweise zu weite und querverengte Becken. Bei der geringen Zahl dieser Fälle ist indessen auf die mehr oder minder beachtenswerthe Ungleichheit der Eingangsdiagonalen keine Rücksicht genommen.

Ganz übergangen sind die osteomalacisch geknickten Becken, da diese für die vorliegende Frage ohne praktische Bedeutung sind.

Zur Erläuterung der in nachstehenden Tabellen gebrauchten Buchstabenbezeichnung mag noch angemerkt sein, dass R und L das rechte bez. linke äussere Schrägmaass, D die Differenz zwischen beiden, R′ und L′ die rechte bez. linke Eingangsdiagonale, D′ den Unterschied dieser Diagonalen bedeutet. Die Maasse sind in Cm. angegeben.

## Tab. I.

### Normalgeformte Becken.

| Cat.-No. | R | L | D | R' | L' | D' | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 318* | 17,4 | 17,7 | 0,3 | 10,3 | 10,1 | 0,2 | Allg. u. gleichmässig beschränkt. |
| 313 | 17,8 | 17,7 | 0,1 | 10,4 | 10,4 | — | - - - |
| 317* | 18,9 | 18,7 | 0,2 | 10,5 | 10,6 | 0,1 | - - - Drahtverbindg. |
| 310 | 19,0 | 18,5 | 0,5 | 10,7 | 10,7 | — | - - - |
| 1 | 19,1 | 19,1 | — | 11,2 | 11,3 | 0,1 | - - - Drahtverbindg. |
| 315 | 19,4 | 19,6 | 0,2 | 11,1 | 11,1 | — | - - - |
| 440 | 19,9 | 19,7 | 0,2 | 11,9 | 11,5 | 0,4 | - - - Drahtverbindg. |
| 439 | 20,2 | 20,5 | 0,3 | 10,9 | 11,2 | 0,3 | - - - |
| 311 | 20,7 | 20,2 | 0,5 | 11,8 | 11,8 | — | - - - |
| 308 | 21,4 | 21,4 | — | 12,0 | 11,8 | 0,2 | - - - |
| 287* | 18,5 | 19,0 | 0,5 | 11,6 | 11,5 | 0,1 | Mittelweit. |
| 2 | 19,9 | 19,9 | — | 12,9 | 12,7 | 0,2 | - Drahtverbindg. |
| 275 | 20,2 | 20,1 | 0,1 | 12,9 | 12,5 | 0,4 | - |
| 288* | 20,4 | 20,7 | 0,3 | 12,2 | 11,8 | 0,4 | - Drahtverbindg. |
| 294 | 20,4 | 20,4 | — | 12,5 | 12,4 | 0,1 | - |
| 285 | 20,5 | 20,0 | 0,5 | 11,8 | 11,8 | — | - |
| 284 | 20,5 | 20,2 | 0,3 | 12,7 | 12,6 | 0,1 | - |
| 283 | 20,5 | 20,2 | 0,3 | 12,7 | 12,4 | 0,3 | - |
| 280 | 21,0 | 21,0 | — | 12,5 | 12,3 | 0,2 | - |
| 289 | 21,0 | 21,0 | — | 12,4 | 12,4 | — | - |
| 292 | 21,0 | 21,3 | 0,3 | 12,2 | 12,5 | 0,3 | - |
| 293 | 21,0 | 20,7 | 0,3 | 12,2 | 12,1 | 0,1 | - |
| 277 | 21,4 | 21,4 | — | 12,7 | 12,3 | 0,4 | - |
| 286 | 21,4 | 21,4 | — | 12,1 | 12,1 | — | - |
| 276 | 21,5 | 21,5 | — | 12,3 | 12,3 | — | - |
| 279 | 21,5 | 21,5 | — | 12,3 | 12,7 | 0,4 | - Drahtverbindg. |
| 290* | 21,5 | 21,0 | 0,5 | 12,2 | 12,4 | 0,2 | |
| 437* | 21,7 | 21,9 | 0,2 | 12,5 | 12,3 | 0,2 | - Drahtverbindg. |
| 298 | 21,5 | 21,5 | — | 13,1 | 13,2 | 0,1 | Allg. u. gleichmässig zu weit. |
| 295 | 22,0 | 22,5 | 0,5 | 13,2 | 13,2 | — | - - - Drahtverbindg. |
| 300 | 22,0 | 21,6 | 0,4 | 13,2 | 12,9 | 0,3 | - - - |
| 296 | 22,4 | 22,0 | 0,4 | 13,3 | 13,3 | — | - - - |
| 297* | 22,4 | 23,0 | 0,6 | 13,6 | 13,2 | 0,4 | - - - |
| 281 | 22,5 | 22,5 | — | 12,7 | 12,7 | — | - - - |
| 299 | 22,6 | 22,0 | 0,6 | 13,4 | 13,4 | — | - - - |
| 282* | 22,8 | 22,6 | 0,2 | 13,3 | 13,4 | 0,1 | - - - |
| 302* | 22,9 | 23,0 | 0,1 | 13,8 | 13,6 | 0,2 | - - - Drahtverbindg. |

## Tab. II.

### Platte Becken.

| Cat.-No. | R | L | D | R' | L' | D' | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 331* | 19,2 | 19,4 | 0,2 | 11,6 | 11,4 | 0,2 | Platt, gleichz. allg. verengt. Drahtv. |
| 329 | 20,4 | 20,7 | 0,3 | 11,7 | 11,8 | 0,1 | - - - - |
| 349 | 17,6 | 17,6 | — | 10,9 | 11,0 | 0,1 | - - - - rhachit. |
| 355 | 19,0 | 18,9 | 0,1 | 11,5 | 11,2 | 0,3 | - - - - - |
| 345 | 19,0 | 19,5 | 0,5 | 11,7 | 11,7 | — | - - - - - |
| 350 | 19,1 | 19,1 | — | 11,7 | 11,7 | — | - - - - - |
| 347 | 19,4 | 19,2 | 0,2 | 11,2 | 11,0 | 0,2 | - - - - - Drahtv. |
| 438* | 19,4 | 19,5 | 0,1 | 12,0 | 11,7 | 0,3 | - - - - - Drahtv. |
| 352 | 19,7 | 19,5 | 0,2 | 11,7 | 11,6 | 0,1 | - - - - - |
| 324 | 19,8 | 19,8 | — | 12,2 | 12,2 | — | Einfach platt. |
| 327* | 20,2 | 19,8 | 0,4 | 12,1 | 12,2 | 0,1 | - - |
| 323 | 21,0 | 21,0 | — | 12,4 | 12,4 | — | - - |
| 320* | 21,1 | 21,3 | 0,2 | 12,6 | 12,3 | 0,3 | - - |
| 326 | 21,5 | 21,0 | 0,5 | 12,8 | 12,7 | 0,1 | - - Drahtv. |
| 328 | 21,8 | 22,0 | 0,2 | 13,2 | 13,2 | — | - - |
| 321 | 22,0 | 22,0 | — | 12,5 | 12,4 | 0,1 | - - |
| 322* | 22,2 | 22,5 | 0,3 | 12,8 | 12,7 | 0,1 | - - |
| 319 | 22,5 | 22,5 | — | 12,7 | 12,5 | 0,2 | - - |
| 333 | 19,0 | 19,0 | — | 11,8 | 11,5 | 0,3 | - - rhachit. |
| 433 | 19,8 | 20,2 | 0,4 | 11,6 | 11,9 | 0,3 | - - Drahtv. |
| 436 | 20,0 | 20,0 | — | 12,4 | 12,2 | 0,2 | - - |
| 342 | 20,2 | 20,0 | 0,2 | 12,5 | 12,2 | 0,3 | - - |
| 334 | 20,4 | 20,4 | — | 12,5 | 12,3 | 0,2 | - - |
| 338 | 21,0 | 21,0 | — | 12,4 | 12,4 | — | - - |
| 339 | 21,0 | 21,0 | — | 12,4 | 12,6 | 0,2 | - - |
| 341 | 21,4 | 20,8 | 0,6 | 12,4 | 12,3 | 0,1 | - - |

## Tab. III.

### Asymmetrische und schrägverschobene Becken.

| Cat.-No. | R | L | D | R' | L' | D' | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 353 | 16,7 | 17,1 | 0,4 | 10,6 | 11,6 | 1,0 | Rhach. platt, allg. verengt, scoliot. verschob. |
| 5 | 17,0 | 18,4 | 1,4 | 10,5 | 11,5 | 1,0 | - - - - - - Drahtv. |
| 351 | 17,5 | 18,8 | 1,3 | 10,0 | 12,0 | 2,0 | - - - - - - Drahtv. |
| 346 | 17,6 | 18,6 | 1,0 | 10,0 | 10,6 | 0,6 | - - - - - - |
| 314 | 18,3 | 18,3 | — | 10,2 | 9,5 | 0,7 | Allg. verengt. |
| 381 | 18,4 | 20,1 | 1,7 | 11,7 | 12,7 | 1,0 | Rhach. platt, etwas geknickt, scoliot. verschob. |
| 373 | 18,5 | 17,2 | 1,3 | 11,1 | 10,5 | 0,6 | - - allg. verengt, - - |
| 366 | 18,6 | 18,6 | — | 12,7 | 11,1 | 1,6 | - - scoliot. verschob. |
| 4 | 18,8 | 20,0 | 1,2 | 10,4 | 11,3 | 0,9 | - - - - Drahtv. |
| 371 | 18,8 | 20,5 | 1,7 | 10,2 | 12,2 | 2,0 | Coxalgisch verschoben. |
| 344 | 18,9 | 18,5 | 0,4 | 10,6 | 9,7 | 0,9 | Rhach. platt, allg. verengt. In der Pfannengegend ungleich geknickt. Drahtv. |
| 316 | 19,0 | 19,0 | — | 11,3 | 11,8 | 0,5 | Allg. verengt. |
| 340 | 19,0 | 19,0 | — | 11,7 | 12,7 | 1,0 | Rhach. platt, scoliot. versch. |
| 427 | 19,2 | 18,8 | 0,4 | 11,9 | 11,4 | 0,5 | Mittelweit, sehr leicht scoliot. versch. |
| 312 | 19,2 | 18,8 | 0,4 | 10,9 | 10,0 | 0,9 | Allg. verengt. |
| 3 | 19,2 | 20,0 | 0,8 | 10,6 | 11,8 | 1,2 | Rhach. platt, scol. versch. Drahtv. |
| 357 | 19,3 | 19,1 | 0,2 | 12,2 | 11,7 | 0,5 | - - allg. verengt. Drahtv. |
| 356 | 19,5 | 18,9 | 0,6 | 11,7 | 11,1 | 0,6 | - - - - |
| 335 | 19,5 | 20,6 | 1,1 | 11,8 | 12,4 | 0,6 | - - - - scol. versch. |
| 309* | 19,6 | 19,1 | 0,5 | 11,2 | 11,7 | 0,5 | Allg. verengt. |
| 291 | 19,7 | 19,5 | 0,2 | 12,4 | 11,8 | 0,6 | Mittelweit. |
| 332 | 19,7 | 19,3 | 0,4 | 11,9 | 11,4 | 0,5 | Rhach. platt. |
| 354 | 19,7 | 19,1 | 0,6 | 11,5 | 11,0 | 0,5 | - - allg. verengt. |
| 343 | 19,8 | 19,4 | 0,4 | 11,3 | 10,8 | 0,5 | - - - - |
| 325 | 20,0 | 19,8 | 0,2 | 12,2 | 11,6 | 0,6 | Platt, nicht rhach. |
| 364 | 20,1 | 22,3 | 2,2 | 12,8 | 13,6 | 0,8 | Verkümmerung der Kreuzbeinflüg. Dopp. Prom. Scoliose u. Verschiebung. |
| 369 | 20,1 | 19,1 | 1,0 | 12,8 | 10,4 | 2,4 | Asymmetr. des Kreuzb. Scoliose u. Verschieb. |
| 336 | 20,2 | 20,0 | 0,2 | 11,7 | 11,2 | 0,5 | Rhachit. platt. |
| 365 | 20,7 | 19,7 | 1,0 | 11,9 | 11,2 | 0,7 | Allg. verengt. Asymmetr. des Kreuzb. Versch. |
| 370 | 20,7 | 20,3 | 0,4 | 12,6 | 11,6 | 1,0 | - - - - - - |
| 348 | 20,8 | 20,0 | 0,8 | 11,9 | 11,2 | 0,7 | Rhachit. platt, allg. verengt. |
| 330 | 21,0 | 20,9 | 0,1 | 11,5 | 11,0 | 0,5 | Platt, allg. verengt. nicht rhachit. |
| 278* | 21,2 | 21,3 | 0,1 | 12,9 | 12,0 | 0,9 | Mittelweit, scoliot. |
| 367 | 21,8 | 20,9 | 0,9 | 12,6 | 11,2 | 1,4 | - Asymmetr. des Kreuzb. Verschieb. |
| 372 | 22,0 | 20,8 | 1,2 | 12,8 | 11,4 | 1,4 | - - - - - |
| 363 | 22,6 | 20,8 | 1,8 | 13,7 | 12,3 | 1,4 | Allg. zu weit - - - - |
| 368 | 23,0 | 20,8 | 2,2 | 12,7 | 11,8 | 0,9 | Mittelweit - - - - |
| 301 | 23,2 | 23,0 | 0,2 | 14,8 | 14,2 | 0,6 | Allg. zu weit. |
| 362 | 23,5 | 22,9 | 0,6 | 13,7 | 13,0 | 0,7 | - - - |

## Tab. IV.

### a. Theilweise zu weite Becken.

| Cat.-No. | R | L | D | R' | L' | D' | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 305 | 19,0 | 19,0 | — | 11,9 | 12,7 | 0,8 | Trichterförmig, lordoscoliotisch. |
| 304 | 21,7 | 21,7 | — | 12,7 | 12,8 | 0,1 | Geradoval. |
| 303 | 23,0 | 22,4 | 0,6 | 13,6 | 13,4 | 0,2 | Weit trichterförmig. |
| 306 | 23,4 | 23,0 | 0,4 | 13,4 | 13,0 | 0,4 | Weit, queroval. |

### b. Querverengte Becken.

| Cat.-No. | R | L | D | R' | L' | D' | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 359* | 18,9 | 19,2 | 0,3 | 10,2 | 9,9 | 0,3 | Osteomalacie im Beginn. |
| 361 | 19,1 | 18,9 | 0,2 | 11,3 | 11,3 | — | Schmales Kreuzb. |
| 360 | 20,1 | 20,0 | 0,1 | 11,7 | 11,2 | 0,5 | Verkümmerte Kreuzbeinflüg. Dopp. Prom. |
| 358 | 21,7 | 21,8 | 0,1 | 12,2 | 12,2 | — | Osteomalacie (?). [Infantile Form. |

Nach Tab. I. berechnet sich für mittelweite Becken von gewöhnlicher Form die mittlere Länge des äusseren Schrägmaasses rechts wie links auf 20,6 Cm. Naegele fand 21,2, Schneider 20,9 Cm. In Martin's Klinik (cf. C. Martin, Durchschnittl. geburtshülfl. u. gynäkol. Maasse u. Gewichte. Berlin 1867) bestimmte man als Durchschnittsmaass an Lebenden 22,5 Cm., was für das trockne Becken 21 Cm. geben würde, falls man nach analogen Erfahrungen von Michaelis beiläufig 1,5 Cm. auf Rechnung der Weichtheile setzt. Augenscheinlich stehen die als Mittelmaass verzeichneten Grössen einander nahe genug; die Schwankungen erklären sich leicht aus den schwankenden Grenzbestimmungen des normalen Beckens überhaupt.

Die Minimal- und Maximalgrössen der äussern Schrägmaasse mittelweiter Becken stellen sich nach Schneider auf 19,2 und 22,1, nach meinen Messungen auf 18,5 und 21,7, liegen also in beiden Fällen etwa 3 Cm. auseinander. Man wird dieselben in Verbindung mit obgedachtem Mittelmaass allenfalls mit benutzen können, um eine allgemeine Erweiterung oder Beschränkung des Beckens an der Lebenden zu erkennen. Vorausgesetzt die Richtigkeit des für die Weichtheile angenommenen Zuschlages wird man auf allgemeine Erweiterung des Beckens bei der Lebenden schliessen dürfen, wenn beide Schrägmaasse mehr als 23,5 messen. Eine allgemeine Beschränkung wird dagegen um so wahrscheinlicher sein, je

mehr die äussern Schrägmaasse hinter 20,5 zurückbleiben. Wie es scheint, gilt letzteres nicht allein für die normalgeformten, sondern auch für die platten Becken, bei welchen sich häufig genug die nicht leicht zu entscheidende Frage aufwirft, ob neben der Abplattung auch eine allgemeine Beschränkung vorhanden ist oder nicht.

Der Grad allgemeiner Erweiterung oder Beschränkung des Beckens lässt sich aus den äussern Schrägmaassen nicht erschliessen, denn ein bestimmter Abzug, nach welchem aus der Länge dieser der Betrag der Eingangsdiagonalen zu berechnen wäre, findet sich nicht. Schneider hat dies bereits verneint, und meine Messungen liefern dasselbe Resultat. Zum Beweise dessen bedarf es nur eines Blickes in die Columnen R und R′ der Tabellen. In ersterer steigen bei jeder der verschiedenen Beckenformen die Beträge des äusseren Schrägmaasses in fortlaufender Reihe. Man erkennt sofort, dass mit dem äussern Schrägmaasse auch die betreffende Eingangsdiagonale im Allgemeinen zunimmt. Allein die Zunahme geschieht ganz unregelmässig, bald vor- bald zurückspringend, und zwar wird dies am auffälligsten in der dritten Beckengruppe. Selbstverständlich lässt sich der Vergleich auch bei L und L′ wiederholen. Zu dem Ende die Zahlen der Columne L eben so zu gruppiren, wie bei R, ist indessen überflüssig. Ein beliebig heraus gegriffenes Beispiel wird genügen, um auch hier das ganz schwankende Verhältniss zwischen äusserem Schrägmaass und Eingangsdiagonale zu zeigen. In den Messungstabellen findet sich nämlich für das äussere Schrägmaass eine Länge von 19 Cm. rechts 7, links 5 Mal. Dabei schwankt die zugehörige Eingangsdiagonale rechts zwischen 10,7 und 11,9, links zwischen 11,5 und 12,7, beiderseits also um denselben Betrag von 1,2 Cm.

Das Verhältniss der beiden äussern Schrägmaasse zu einander erweist sich nur sehr bedingungsweise von diagnostischem Werth. Dies ist bereits früher und namentlich von Litzmann (D. schräg. ov. Becken. Kiel 1853. p. 25) geltend gemacht. Derselbe hob hervor, dass für die Erkenntniss schrägverschobener Becken die gesammten Naegele'schen Dimensionen nur bei Nachweis grösserer Differenzen von Nutzen seien, und zeigte in tabellarisch zusammengestellten Messungen, dass die Grösse der Differenzen durchaus nicht in constantem Verhältniss zu dem Grad der Verschiebung stehe. Es mag gestattet sein, die von Litzmann beigebrachten Belege hier auszugsweise wiederzugeben. Ich beschränke mich dabei auf die hier allein interessirenden Positionen d. h. die

äusseren Schrägmaasse und die Eingangsdiagonalen und bezeichne die Differenzen derselben wie oben mit D und D′.

| Nr. des Beckens. | D. | D′ |
|---|---|---|
| 13. | 1—2‴ | 4‴ |
| 17. | 3‴ | 6‴ |
| 5. | $3\frac{1}{9}$‴ | 15‴ |
| 16. | 6—7‴ | 5‴ |
| 15. | 7‴ | 3‴ |
| 1. | 12‴ | $11\frac{3}{4}$‴ |
| 3. | 13‴ | 11‴ |

Man sieht schon an diesen wenigen Fällen, wie schwankend das Verhältniss zwischen D und D′ sich gestaltet. Besonders auffällig treten die Fälle 17 und 5 hervor. In beiden ist D so gut wie völlig gleich, während D′ um den sehr bedeutenden Betrag von 9‴ variirt.

Aehnliches zeigte sich auch in der Tabelle von Simon Thomas, eines bekanntlich sehr eifrigen Lobredners der Naegele'schen Dimensionen (D. schräg-verengte Becken. Leyden und Leipzig 1861. p. 54). Ich ziehe aus dieser Tabelle die folgenden 4 besonders bemerkenswerthen Fälle aus

| Nr. des Beckens. | R. | L. | D. | R′ | L′ | D′ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. | 5″ 9‴ | 6″ 7‴ | 10‴ | 3″ 1‴ | 5″ 1‴ | 24‴ |
| 8. | 6″ 11‴ | 7″ 9‴ | 10‴ | 3″ 9‴ | 5″ 3‴ | 16‴ |
| 24. | 7″ 6‴ | 6″ 8‴ | 10‴ | 5″ 3‴ | 3″ | 27‴ |
| 28. | 6″ 8‴ | 5″ 10‴ | 10‴ | 4″ 2‴ | 4″ $\frac{1}{2}$‴ | $1\frac{1}{2}$‴ |

In allen 4 Fällen beläuft sich also die Differenz der beiden äussern Schrägmaasse genau auf 10‴. Dagegen schwankt die Differenz der beiden Eingangsdiagonalen von $1\frac{1}{2}$″ bis 2″ 3‴.

Eine weitere und umfassendere Bestätigung des Gesagten liefern nun auch Schneider's und meine Messungen. Den Beweis hierfür liefert Tab. V., in welcher die Resultate beider Messungen gleich zusammengezogen sind, um unnütze Wiederholung zu vermeiden. Zuvörderst nämlich prüfte ich meine eignen Messungen in der Weise, wie es Tab. V. ergiebt. Sodann wiederholte ich das Experiment mit Schneider's Messungslisten. Um diese in gleicher Weise verwerthen zu dürfen, schied ich aus den von Schneider aufgeführten normalen, gleichmässig verengten und platten Becken alle Exemplare, deren Eingangsdiagonalen um mehr als 0,4 Cm. differirten, aus, stellte dieselben zu den schrägverengten und gewann dergestalt ganz dieselben Gruppen, die ich in Tab. I., II. und III. bezeichnet habe. Schneider's Becken

mit sonstigen Abnormitäten liess ich als IV. Gruppe stehen, und da nun die Prüfung dieser 4 Gruppen im Wesentlichen dieselben Resultate ergab, die ich aus meinen Messungslisten allein gewonnen hatte, so habe ich kein Bedenken getragen, beide in Tabelle V. zu vereinigen. Ausdrücklich hervorheben will ich dabei, dass die beiden künstlich nachgebildeten Becken, welche Schneider mit gemessen und an denen Martin so grossen Anstand genommen hat, ganz ausser Betracht geblieben sind. Demgemäss zählt die nachstehende Tab. im Ganzen auch nur 214 Becken auf.

## Tab. V.

| Zahl der Becken | D | D′ I. | D′ II. | D′ III. | D′ IV. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 0 | 0 5mal<br>0,1—4 14 -<br>— — | 0 4mal<br>0,1—4 12 -<br>— — | 0,5—1,0 5mal<br>1,6 1 -<br>— — | 0 1mal<br>0,1—4 3 -<br>0,7—8 2 - | D′ = 0 10mal = 21,2 %<br>0,1—4 29 - = 61,7 -<br>0,5—1,0 7 - = 14,8 -<br>1,6 1 - = 2,1 -<br>47mal |
| 18 | 0,1 | 0 2mal<br>0,1—4 5 - | 0 —<br>0,1—4 4mal | 0,5—9 4mal<br>1,8 1 - | 0 1mal<br>0,5 1 - | D′ = 0 19mal = 15,7 %<br>0,1—4 68 - = 56,1 -<br>0,5—1,0 28 - = 23,1 -<br>1,1—2,9 6 - = 4,9 -<br>121mal |
| 36 | 0,2 | 0 3mal<br>0,1—4 8 -<br>— — | 0 3mal<br>0,1—4 8 -<br>— — | 0,5—6 6mal<br>1,1 1 -<br>— — | 0 1mal<br>0,1—4 5 -<br>1,0 1 - | |
| 22 | 0,3 | 0 1mal<br>0,1—4 14 - | 0 —<br>0,1—4 3mal | — —<br>2,9 1mal | 0,3—4 2mal<br>1,2 1 - | |
| 19 | 0,4 | 0 1mal<br>0,1—4 1 -<br>— — | 0 —<br>0,1—4 3mal<br>— — | 0,3 1mal<br>0,5—1,0 8 -<br>1,1—2,9 3 - | 0 —<br>0,1—4 2mal<br>— — | |
| 16 | 0,5 | 0 4mal<br>0,1—2 2 - | 0 1mal<br>0,1—4 3 - | 0,5—7 3mal<br>— — | 0 —<br>0,2—3 3mal | |
| 10 | 0,6 | 0 2mal<br>0,2—4 2 - | 0 —<br>0,1 1mal | 0,5—7 3mal<br>— — | 0,2 1mal<br>0,6 1 - | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 0,7 | —<br>0,2—4 | —<br>2mal | —<br>0,2 | —<br>1mal | 0,8—1,0<br>— | 2mal<br>— | —<br>0,3 | —<br>1mal | |
| 8 | 0,8 | —<br>0,4 | —<br>1mal | —<br>— | —<br>— | 0,7—1,0<br>1,2 | 3mal<br>2 - | 0,4<br>0,6 | 1mal<br>1 - | |
| 5 | 0,9 | —<br>— | —<br>— | —<br>0,4 | —<br>1mal | 0,6—8<br>1,4—2,0 | 2mal<br>2 - | —<br>— | —<br>— | D′ = 0 0mal<br>0,1—4 9 - = 26,4 %<br>0,5—1,0 16 - = 47,0 -<br>1,1—2,6 9 - = 26,4 -<br>34mal |
| 6 | 1,0 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 0,5—7<br>2,4 | 3mal<br>1 - | 0,3—4<br>— | 2mal<br>— | |
| 1 | 1,1 | — | — | — | — | 0,6 | 1mal | — | — | |
| 2 | 1,2 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 0,9<br>1,4 | 1mal<br>1 - | —<br>— | —<br>— | |
| 6 | 1,3 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 0,6—7<br>2,0—6 | 3mal<br>3 - | —<br>— | —<br>— | |
| 2 | 1,4 | — | — | — | — | 0,5—1,0 | 2mal | — | — | |
| 2 | 1,7 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 1,0<br>2,0 | 1mal<br>1 - | —<br>— | —<br>— | |
| 2 | 1,8 | — | — | — | — | 1,4—3,3 | 2mal | — | — | D′ = 0 0mal<br>0,1—4 0 -<br>0,5—1,0 6 -<br>1,1—3,3 6 -<br>12mal |
| 1 | 2,0 | — | — | — | — | 1,2 | 1mal | — | — | |
| 3 | 2,2—4 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 0,8—9<br>2,4 | 2mal<br>1 | —<br>— | —<br>— | |
| 2 | 3,0—2 | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | 1,0<br>1,4 | 1mal<br>1 - | —<br>— | —<br>— | |
| 214 | | | 67mal | | 44mal | | 73mal | | 30mal | |

Einer nähern Erläuterung bedarf es zum Verständniss der vorstehenden Tabelle nicht. Aus derselben ergiebt sich zunächst, dass gleiche Länge der beiden äussern Schrägmaasse noch keineswegs den unbedingten Schluss auf völlige Symmetrie des kleinen Beckens rechtfertigt. Allerdings sind bei völliger Gleichheit der beiden äussern Schrägmaasse die Eingangsdiagonalen in der Regel gleich lang oder doch nur in praktisch unbedeutendem Grade different. Dieselben können aber, wie die Tabelle für etwa 17% der Fälle nachweist, beachtenswerthe Differenzen bis zu 16 Mm. zeigen.

Nicht viel anders gestaltet sich die Sache bei einer Differenz der beiden äussern Schrägmaasse von 0,1 bis 0,6 Cm. Auch hier ist in der Regel die Länge der Eingangsdiagonalen gar nicht oder nur unwesentlich verschieden. Jedoch treten die Ausnahmsfälle, in denen die schrägen Durchmesser des Einganges in höherem Grade ungleich sind, etwas häufiger auf, als bei völliger Gleichheit der beiden äussern Schrägmaasse.

Erst wenn die Differenz der beiden äussern Schrägmaasse sich 1 Cm. nähert oder diesen Betrag um etwas übersteigt, scheint eine völlige Symmetrie des kleinen Beckens nicht mehr vorzukommen. Inzwischen bleibt die Differenz der Eingangsdiagonalen auch hier noch in reichlich $^{1}/_{4}$ der Fälle eine minimale.

Die Ungleichheit der beiden äussern Schrägmaasse muss sich schon auf $1^{1}/_{2}$ Cm. oder darüber steigern, bevor der Schluss auf beachtenswerthe Asymmetrie bez. Verschiebung des kleinen Beckens einigermaassen verlässlich wird.

Weiter weist die Tab. V. nach, dass bei ganz derselben Differenz der beiden äussern Schrägmaasse sehr verschiedene Differenzen der Eingangsdiagonalen vorkommen. Es wird demnach bekräftigt, was schon Litzmann hervorhob, dass ein bestimmtes Verhältniss zwischen beiden Differenzen nicht besteht und somit die Grösse der äussern Differenz keinenfalls über den Grad der vorhandenen Asymmetrie und Verschiebung des kleinen Beckens urtheilen lässt.

Auch über die Richtung, in welcher etwa die kürzere Eingangsdiagonale liegt, giebt das Verhalten der beiden äussern Schrägmaasse nicht immer Aufschluss. In der Regel freilich decken sich das kleinere wie das grössere äussere Schrägmaass mit der kürzern bez. längern Eingangsdiagonale, d. h. beide sind gleichnamig. Es kommen aber auch Kreuzungen vor und zwar ziemlich häufig bei unbedeutender, ausnahmsweise auch bei grösserer Differenz der Eingangs-

diagonalen. Eine solche Abweichung von der Regel ward von Schneider in einem, von Martin in zwei Fällen bemerkt. Ich fand die Kreuzung unter 110 Fällen 17 Mal. Die betreffenden Fälle sind in den Messungslisten mit einem * bezeichnet. Sie lassen leicht erkennen, dass es sich gewöhnlich nur um minimale Differenzen handelt; nur in wenigen Fällen erheben sich D oder D' oder beide auf 0,5 Cm. und mehr, wie z. B. in I. 287, 290, 297; in III. 309 und 278. Auch in Schneider's Messungslisten fand ich ausser dem einen von ihm selbst bemerkten noch 29 weitere Fälle von Kreuzung. Dieselbe tritt am auffälligsten hervor in No. 9 und 18 der normalen, in No. 4, 8, 11 und 17 der platten, sowie in No. 1, 12 und 19 der Becken mit sonstigen Abnormitäten.

Hiernach wird man wohl zugeben müssen, dass die Ausmessung der äusseren Schrägmaasse an der Lebenden — abgesehen auch von den Fehlerquellen, welche individuell verschiedene Dicke der Weichtheile und namentlich ungleiche Fixirung der Messpunkte bedingen — nur einen sehr beschränkten und nicht den diagnostischen Werth haben kann, welchen ihr Martin so unbegrenzt zugesprochen hat. Wie oben bemerkt, wird die Länge der äussern Schrägmaasse als Beihülfe zur Erkenntniss allgemeiner Beckenbeschränkung unter Umständen benutzt werden können. Das Verhältniss der beiden äussern Schrägmaasse wird nur mit grosser Vorsicht verwerthet werden dürfen. Das Vorhandensein einer praktisch beachtenswerthen Asymmetrie des kleinen Beckens ist nicht mit absoluter Sicherheit auszuschliessen, wenn auch beide äussere Schrägmaasse gleich lang gefunden werden, und ist gegentheilig erst dann mit Verlässlichkeit anzunehmen, wenn die Differenz der gedachten Maasse mindestens 14 Mm. beträgt. In dieser letztgedachten Beziehung bleibt somit die Sache liegen, wie sie früher bereits und namentlich von Litzmann hingestellt worden ist, d. h. wie die übrigen Naegele'schen Dimensionen so wird auch die zweite erst bei Nachweis grösserer Differenzen von Werth für die Erkenntniss des schrägverengten Beckens. Dabei bleibt dann der Grad der Asymmetrie immer noch fraglich genug.

---

# Zur Theorie des physikalischen Electrotonus.

Von

Dr. **A. Gruenhagen** in Königsberg i. Pr.

---

Die Theorie, welche ich von den durch du Bois-Reymond und J. Bernstein zu solcher Wichtigkeit erhobenen Erscheinungen des physikalischen Electrotonus gegeben habe, den einzigen übrigens in dem gesammten Gebiete der Electrophysiologie, welche der du Bois'schen Molecular-Hypothese als beachtenswerthe Stütze dienen, beruht auf der verschiedenen Leitungsfähigkeit, welche Neurilem und Nerven-Primitiv-Röhren-Inhalt für den electrischen Strömungs-Vorgang besitzen *).

Andeutungsweise habe ich schon im Jahre 1864 (Ueber ein neues Schema etc. Königsberger medicin. Jahrbücher Bd. IV.) ein Experiment mitgetheilt, welches die Richtigkeit dieser meiner Theorie begründet und damit zugleich der du Bois'schen Hypothese den einzigen, immerhin stets schwach gewesenen Halt raubt, den sie besitzt. Ich fand damals nämlich, dass, wenn die intrapolare Nervenstrecke $i$ (s. d. Fig.) oberflächlich austrocknet, die sogenannten electrotonischen Erscheinungen im Multiplicator-Kreise $m$ an Intensität erheblich verlieren, ja unter Umständen ganz verschwinden können, sofort aber in alter Stärke wieder hervortreten, wenn die intrapolare Strecke $i$ leicht angefeuchtet wird.

Ich will jetzt eine andere, genauere Form dieses Experimentes mittheilen, welches mir beweiskräftig genug erscheint, um, allein für sich genommen, die du Bois-Bernstein'schen Anschauungen über die Natur des physikalischen Electrotonus als unrichtig darzulegen.

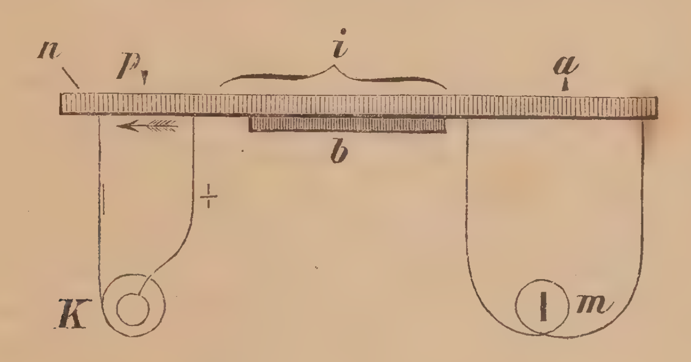
---

*) S. diese Zeitschr. Jahrgang 1868. Theorie d. physikal. Electrotonus.

Sei $n$ der Nerv, $K$ die polarisirende Kette, $i$ die intrapolare Strecke, $a$ die abgeleitete Nervenstrecke, $m$ das Galvanometer, so entsteht bei Schluss der Kette $K$ ein in der Richtung des Pfeils der Zeichnung verlaufender Strom, welcher in $a$ eine scheinbare Verstärkung des Nervenstromes veranlasst.

Bei diesen Untersuchungen bediente ich mich einer Batterie von 8 Daniell'schen Elementen; $p$ und $a$ maassen 10, $i$ 7 Mm.

Die durch den polarisirenden Strom bewirkte Zunahme der Nadelablenkung des Galvanometers kann nun jederzeit beträchtlich verstärkt werden, wenn man einen beliebigen, indifferenten, feuchten Leiter oder selbst ein zweites Nervenstück so auf $i$ anbringt, dass es entweder die ganze Strecke zwischen $a$ und $i$ oder auch nur einen Theil derselben bedeckt (s. d. Fig. $b$). Diese Vermehrung des Nadelausschlags verschwindet sogleich,




wenn der feuchte Leiter von $i$ entfernt wird, und geht für immer verloren, wenn der Nerv irgendwo zwischen $p$ und $a$ durchschnitten wird.

Alles dies lässt sich ungezwungen nur dadurch erklären, dass die an und für sich dem Nerveninhalt gegenüber gute Leitungsfähigkeit des Neurilems durch Auflegen eines zweiten feuchten Leiters verbessert und somit das Einbrechen eines Partial-Stromes in $a$ von $p$ aus begünstigt wird. Es verträgt sich das mitgetheilte Experiment also nur mit der von mir vertretenen Auffassung des du Bois'schen Electrotonus und widerlegt die du Bois-Bernstein'sche auf das schlagendste.

Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, dass ganz entsprechende Resultate erhalten werden, wenn statt der in der Fig. angegebenen Stromesrichtung die entgegengesetzte beim Experimentiren benutzt wird.

Königsberg, 11. Juli 1868.

---

# Iris und Speicheldrüse.

Von

Dr. **A. Gruenhagen** in Königsberg i/Pr.

---

Schon einmal ist auf meine Veranlassung [1]) eine Parallele gezogen worden zwischen der myotischen Wirkung der Calabar-Bohne und der des Nicotins. Neuere Beobachtungen von mir und die Lectüre des Schiff'schen Werkes [2]) bestimme mich auf dieses Thema von Neuem zurückzukommen.

Um den Stand der Sache kurz zu recapituliren, so hatte Rogow unter meiner Leitung festgestellt, dass die Calabar-Wirkung auf die Iris durch eine Reizung der Oculomotorius-Enden im Sphincter pup. bedingt werde. Uebereinstimmend hiermit versagt dieselbe auch im atropinisirten Auge, in welchem eben diese Enden gelähmt sind.

Bei der durch Nicotin hervorgerufenen Myosis lagen die Dinge aber bei weitem anders. Diese konnte unmöglich in derselben Weise gedeutet werden, wie die Calabar-Myosis, da sie auch im vorher atropinisirten Kaninchen-Auge bei subcutaner oder bei localer Application von Nicotin mit grösster Intensität hervortrat.

Zweierlei Wege boten sich nun dar, um diese leicht zu constatirende Thatsache zu erklären. Zunächst musste die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass Atropin wohl die Nerven-Enden aber nicht die Muskelfibrillen des Sphincter functionsunfähig mache, und Nicotin vielleicht als ein directes Muskelreizmittel die ungelähmt gebliebenen Muskelfasern des

---

[1]) Rogow, Ueber den Einfl. d. Calabar-Extractes etc. Diese Zeitschrift 1867.

[2]) Leçons sur la physiologie de la digestion. p. 250, 256, u. 527 u. f.

Sphincter in tetanische Contraction versetze. Gegen diese Deutung sprachen indessen vielerlei Umstände, die ich im Originale nachzusehen bitte; sie musste endlich für ganz beseitigt erachtet werden, als ich nachwies[1]), dass Atropin auch die musculösen Elemente des Sphincter pup. auf das vollständigste lähmt.

Es blieb somit nur der zweite Erklärungs-Weg übrig, dass nämlich das Nicotin ein Reizmittel des Trigeminus sei, welcher Nerv bekanntlich pupillenverengende Fasern von kräftigster Wirkung dem Auge zuführt.

Spätere Untersuchungen haben diese Anschauung mehr und mehr bestätigt; die manometrischen Untersuchungen, welche ich zur Bestimmung der intraocularen Druckes anfangs allein, dann in Gemeinschaft mit v. Hippel[2]) ausgeführt habe, zeigten zur Evidenz, dass Reizung des Trigeminus auch nach Durchschneidung des Halssympathicus, des vasomotorischen Augennerven, eine active Erschlaffung der Gefässwandungen, dadurch eine bedeutende Hyperämie des Auges und schliesslich eine sehr erhebliche Steigerung des intraocularen Druckes zur Folge hat. Ich sprach es ausdrücklich aus, dass dieser Nerv Fasern enthalte, welche zu denen des Augen-Sympathicus in antagonistischer Beziehung ständen. Denn wie anders sollte die Thatsache gedeutet werden, dass nach Reizung des Quintus die Erfolge der Smpatyhicus-Reizung am Halse, die Pupillen-Dilatation und die Contraction der Iris-Gefässe, im Kaninchen Auge völlig ausblieben!

Die Hypothese aber, welche diese eigenthümliche Wirkungsweise des Trigeminus anschaulich macht, sie giebt zugleich auch Aufschluss über das Zustandekommen der Trigeminus-Myosis. Wird sie zugelassen für die Deutung der activen Hyperämie — und das muss sie wohl — so wird man nicht umhin können, sie für das Verständniss der Myosis ebenfalls zu verwerthen. Die von mir aufgestellte Hypothese behauptet nämlich, dass Reizung des Quintus eine Elasticitäts-Verminderung der protoplasmahaltigen Gewebstheile, sowohl derjenigen der Gefässe als auch derjenigen der umliegenden Gewebe herbeiführe. Die unmittelbare Folge hiervon ist, wie leicht ersichtlich, Myosis — denn die Pupille wird bei Erschlaffung des Sphincter im normalen Zustande hauptsächlich

---

[1]) Ueber d. Einfl. d. Atropins auf den Sphincter pup. etc. Diese Zeitschrift 1867.

[2]) Diese Zeitschr. 1866 und Bericht d. V. f. wissensch. Heilk. zu Königsberg i/Pr. Berl. klin. Wochenschr. 1868.

durch die elastische Spannung der Pars ciliaris iridis erweitert — und wegen vergrösserter Nachgiebigkeit und Dehnbarkeit der Gewebe vermehrter Blutandrang. Diese Elasticitäts-Verminderung denke ich mir in ähnlicher Weise entstehend, wie die in Folge irgend welcher Erregung eintretende Erschlaffung der für gewöhnlich in mehr weniger contrahirtem Zustande befindlichen Protoplasma-Massen des Mimosen-Blattstengels, durch vermehrte Wasseraufnahme, durch Verflüssigung also der vorhin festeren Gewebsmasse.

Absichtlich habe ich dem Trigeminus in meiner Hypothese einen Einfluss auf die Elasticitäts-Coefficianten sowohl der Gewebe als auch der Gefässe des Auges zuertheilt, obwohl es nahe liegt, die active Erschlaffung der Gefässe allein auf Kosten der Gefässmuskeln zu setzen und ihren kleinen Elementen allein eine dem Mimosen-Protoplasma ähnliche Fähigkeit beizulegen.

Trotzdem aber, dass sich die letztere Auffassung der Sache sehr durch Einfachheit empfiehlt, und trotzdem, dass sie meiner Behauptung von der Nichtexistenz eines eigenen Dilatator pup. zu Gute kommen würde, mag ich sie doch nicht der andern complicirteren voranstellen, weil auch diese alle mir bekannten Thatsachen der Iris-Bewegung nach Trigeminus-Reizung auf das beste erklärt. Hierzu kommt noch, dass kein andrer glatter Muskel, und speciell auch nicht der Sphincter pup., ein ähnliches Verhalten zeigt. Wenigstens ist eine solche active Erschlaffung, wie wir sie bei Annahme der zweiten Hypothese für die Gefässmuskulatur anzunehmen hätten, sonst nirgend zur Beobachtung gekommen. Das einzige Factum, welches eine Aussicht darauf hin zu eröffnen vermöchte, würde in der Ranke'schen Wahrnehmung[1]) zu finden sein, derzufolge sich ein tetanisirter Muskel relativ wasserreicher als ein ungereizter erweist. Zwar gilt die Ranke'sche Beobachtung vorläufig nur für quergestreifte Muskeln, indessen lässt sich vermuthen, dass sich wohl alle contractilen Substanzen hierin ebenmässig verhalten werden. Aber dies auch zugegeben, immerhin wird selbst dann noch bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse über Muskelcontraction eingeräumt werden müssen, dass kein andrer Muskel in dem Grade activ dilatirbar ist, wie es die Gefässmuskeln sein müssten, um den von mir beobachteten Erscheinungen der Trigeminus-Reizung im Auge Rechnung zu tragen; eine wesentliche functionelle Verschiedenheit würde somit stets

---

[1]) Ranke, Grundzüge d. Physiologie d. Menschen. p. 546.

zwischen der Gefäss- und der übrigen Muskulatur bestehen bleiben

Will man den Gefässmuskeln aber, und wohl mit Recht, eine Ausnahmestellung den andern glatten Muskeln gegenüber einräumen, so kann zur Erklärung der activen Gefäss-Dilatation nur noch auf eine Veränderung der um- und anliegenden Gewebstheile als Ursache zurückgegangen werden. — Sucht man nun nach Analogien, welche der mitgetheilten Hypothese zur Stütze gereichen könnten, so lässt sich eine solche zwischen der myotischen Wirkung der Trigeminus-Reizung und dem secretionsfördernden Einflusse desselben Nerven auf Parotis, Submaxillaris etc. unschwer erkennen. Denn sicher beruht die vermehrte Secretion bei Reizung des Drüsennerven im Grunde darauf, dass die secernirenden Gewebselemente dem Blute mehr Wasser entziehen und mehr weniger verflüssigt als Drüsensecret ausgestossen werden. Dieser Gedanke war es, welcher mich veranlasste, der vermutheten Analogie zwischen Trigeminus-Myosis und Speichelsecretion genauer nachzuspüren. Ich glaubte mein Ziel am bequemsten erreichen zu können, wenn ich die Wirkungen des Calabar-Extractes und des Nicotin in Bezug auf Iris und Parotis genauer vergleichen wurde.

Es ist schon seit einiger Zeit bekannt, dass Calabar-Extract sei es durch subcutane Injection, sei es durch Injection in die Venen in den Blutstrom gebracht, profuse Speichelsecretion hervorruft, wenn die Vergiftungsdosis nur stark genug gewählt wird. Und zwar gehört der massenhaft ausgeschiedene Speichel, wie ich finde, sowohl der Submaxillaris als auch der Parotis an; der Speichel der ersteren ist zähflüssig und fadenziehend, der der letzteren von wässriger Beschaffenheit und ganz klar. Es liegt auf der Hand, dass, wenn diese Secretion durch Reizung des Trigeminus, gleichviel ob seiner Enden oder seines Ursprungs, bedingt wird, und, wenn eine verwandte Beziehung besteht zwischen den pupillenverengenden und den Secretions-Fasern des Quintus, auch die Pupille des atropinisirten Kaninchen-Auges durch Calabar-Extract verengt werden muss.

Wirklich tritt die gewünschte Myosis auch neben gleichzeitiger Salivation mit grosser Sicherheit ein, wenn das Calabar-Extract einem Kaninchen in wässriger Lösung subcutan oder durch Injection in die Vena jugul. ext. einverleibt wird, und nament-

lich deutlich, wenn die Halssympathici vorher durchschnitten worden sind[1]).

Rogow, der dieses Stadium der Calabar-Vergiftung nicht vor sich hatte, konnte folglich über die so eben beschriebene Art der Myosis auch nicht berichten. Die von ihm gemachten Angaben sind daher insofern zu vervollständigen, als auch das atropinisirte Kaninchen-Auge unter bestimmten, so-eben angegebenen Bedingungen durch Calabar-Extract myotisch gemacht werden kann. Diese Myosis hat darum aber auch eine andere Bedeutung als die bei localer Application nur im normalen, nie in atropinisirten Auge eintretende. Sie ist dort die Folge einer Trigeminus-Reizung, hier einer Reizung der Oculomotorius-Enden. Diese Trigeminus-Reizung muss ferner am centralen Ursprunge dieses Nerven vor sich gehen, da sonst nicht gut einzusehen wäre, warum Calabar nur bei innerlicher Darreichung die Pupille des atropinisirten Kaninchen-Auges verengte.

Unsre Erwartungen haben sich, wie man sieht, erfüllt. Die vermehrte Speichelsecretion nach Injection von Calabar-Extract in die Vena jugul. zeigte eine Reizung des Drüsen-Nerven, des Trigeminus, an; von früher her stand fest, dass der erregte Trigeminus einen mächtigen Einfluss auf die Weite der Pupille besitzt. Ich vermuthete, dass diesem Einflusse auf die Pupille und auf die Speicheldrüsen eine gemeinschaftliche Ursache zu Grunde liegt, kurz, dass die pupillenverengernden und die Secretions-Fasern des Quintus verwandter Natur sein müssen und schloss, dass Calabar-Extract, wenn es die Thätigkeit der letzteren anfacht, auch die der ersteren anregen werde. Die Vermuthung wurde durch das Experiment bestätigt. Gleichzeitig stellte sich heraus, dass die Myosis des atropinisirten Auges nur durch centrale Erregung des Trigeminus hervorgerufen sein kann; folglich, ergiebt sich zum Schlusse, ist auch die Vermehrung der Parotis-Secretion bei Calabar-Vergiftung durch centrale, nicht durch periphere Reizung des Trigeminus bedingt.

---

[1]) Das Extract der Calabar-Bohnen wurde von mir so gewonnen, dass ich die gepulverten Bohnen wiederholt mit siedendem Alkohol auszog. Von dem gelblich gefärbten, in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrten Alkohol wurden 4 Cc. bei gelinder Wärme im Wasserbade eingedampft und der Rückstand nach Zusatz eines Körnchen Natr. carb. in 1 Cc. Aq. dest. gelöst. Ausser dem Natr. carb. enthielt die Lösung 0,004 – 0,005 feste Bestandtheile.

Dies in die Vena jug. eines Kaninchens mit einer Pravaz'schen Spritze injicirt führte schnell die oben beschriebenen Vergiftungs-Erscheinungen herbei.

Es musste nunmehr die Gegenprobe angestellt werden mit dem Nicotin. Reizt Nicotin in der That, wie Rogow und ich behaupteten, den Trigeminus, so muss bei Resorption des Giftes nicht nur Myosis im atropinisirten Kaninchen-Auge, sondern gleichzeitig Zunahme von Speichelsecretion entstehen. Zur Prüfung dieser Muthmassung brachte ich eine dünne Glascanüle in den Ductus Stenonianus eines Kaninchens ein und benetzte darauf die Conjunctiva bulbi mit einem kleinen Tropfen reinen Nicotins. Die Resorption des Giftes geht sehr schnell vor sich; Convulsionen, welche an die Zuckungen der Epileptiker erinnern, entwickeln sich alsbald; gleichzeitig entsteht eine sehr ausgesprochene Myosis; in die Canüle schiesst, unsern theoretischen Ableitungen günstig, eine beträchtliche Menge Speichel hinein. War die Nicotin-Dosis nicht zu gross gewählt, so erholen sich die Thiere sehr bald und können zu anderweitigen Versuchen oder auch zu den nämlichen Versuchen für eine spätere Zeit verwandt werden.

Um das eben beschriebene Experiment einem gewissen Einwande zu entziehen, habe ich einem zweiten Kaninchen statt Nicotin einen Tropfen Creosot in das Auge gebracht. Die Speichelsecretion blieb in diesem Falle aus zum Zeichen, dass sie im früheren nicht reflectorisch durch Reizung der sensiblen Nervenenden in der Conjunctiva bedingt worden sei; die im Ductus Stenoniann seingebrachte Canüle füllte sich dagegen sofort mit hellem, dünnflüssigen Speichel als das nämliche Auge mit einem Tropfen Nicotin benetzt worden war.

Wenn ich nun aus dem Vorstehenden den Gesammtschluss ziehen soll, so glaube ich zweierlei festgestellt zu haben:

1) dass die Energie des Iris-Trigeminus und der Drüsen-Nerven verwandter Natur sind;

2) dass der Einfluss des Trigeminus auf die Iris-Bewegung von mir im Ganzen richtig aufgefasst worden ist und weder auf pupillendilatirende (Hirschmann-Rosenthal) noch auf die Gegenwart von Nervenfasern für den Sphincter pupillae (Budge) bezogen werden darf.

Ich hebe an dieser Stelle noch hervor, das Schiff (l. c.) auch für das Kaninchenohr eine active Gefässdilatation anerkennt und neuerdings eine Theorie derselben aufgestellt hat, welche der meinigen auf das genaueste entspricht.

Es würde demnächst zu untersuchen sein, ob sich das Verhältniss des Sympathicus zur Iris-Bewegung und zur Speichelsecretion nicht von einem ähnlichen Gesichtspunkte

aus betrachten liesse, wie das der Trigeminus-Fasern beider Organe. In der That habe ich diesem Gegenstand schon seit geraumer Zeit meine Aufmerksamkeit gewidmet und mich nach Allem, was ich beobachtet, stets der Ansicht zugeneigt, dass der Sympathicus der Speicheldrüsen keinen secretionsfördernden Einfluss auf dieselben, speciell nicht auf die Parotis, besitze, sondern die Salivation nur scheinbar durch Auspressen der Acini und der Ausführungs-Gänge anzuregen vermöge. Ebenso wie die Pupillen-Dilatation nach Sympathicus-Reizung meines Erachtens vielleicht ganz allein durch Contraction der Gefässmuskulatur vermittelt wird, ebenso, meinte ich, würde die von mir angenommene Compression der Drüsen-Canäle bei Reizung desselben Nerven durch die mit einer Gefäss-Contraction Hand in Hand gehende Anspannung des interlobulären und interacinösen Bindegewebes bewirkt. Ich brauche mich jedoch in Bezug auf diese Frage, welche die zwischen Eckhard und v. Wittich bestehende Differenz hinsichtlich des Parotis-Sympathicus nahe berührt, hier nicht weiter auszulassen, da sich eine bald im Drucke erscheinende Mittheilung v. Wittich's dieser Angelegenheit in ausführlicher Weise widmen und sie auch wohl erledigen wird.

Königsberg, 27. Juli 1868.

---

# Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfaser.

Von

**W. Krause.**

---

Die quergestreiften Muskelfasern zeigen in der Längsansicht alternirend hellere und dunklere Querstreifen. Betrachtet man aber die lebende quergestreifte Muskelfaser eines Wirbelthieres mit starken Vergrösserungen, so fällt eine dritte Art von Querstreifen auf, die als sehr feine (0,0003 Mm.) dunkle Linien erscheinen. Zum Unterschiede mögen die breiteren von Alters her bekannten Streifen als helle und dunkle Querbänder, die feineren, bisher unbeachteten als Querlinien unterschieden werden. Durch eine solche Querlinie, die ebenfalls auf der Längsrichtung der Muskelfaser senkrecht steht, wird jedes helle Querband in seiner Mitte halbirt. Die dunklen Querbänder sind anisotrop, zugleich von matterem Aussehen und stärker lichtbrechend; die hellen isotrop, schwächer lichtbrechend und bestehen ohne Zweifel aus Flüssigkeit. Die in der letzteren auftretende Querlinie muss, da sie zwar in jeder Längsansicht, nicht aber im Querschnitt der Muskelfaser erscheint, der optische Ausdruck einer flach ausgebreiteten, in festem Aggregatzustande befindlichen Substanz, mithin einer Membran sein. Nach dem Gesagten zerfällt jede quergestreifte Muskelfaser durch quergestellte Membranen in so viel Abtheilungen als sie Querlinien resp. helle Querbänder enthält. Werden diese Membranen in der frischen Muskelfaser durch mechanische Verletzung zerrissen, so verschwindet die Querstreifung und es zeigen sich bekanntlich unter diesen Umständen homogene, wachsartig glänzende Stellen. Pathologische Anatomen haben diesen an jeder Muskelfaser künstlich zu erzeugenden

Zustand irrthümlicher Weise für krankhaft angesehen und als „wachsartige Degeneration“ bezeichnet.

Die Querlinien sind gegen verdünnte Essigsäure resistent, und wenn man letztere einem mikroskopischen Präparat zusetzt, so erblassen allmälig die dunkeln Querbänder, während die Querlinien immer deutlicher hervortreten. Hierdurch wird, nebenbei bemerkt, jeder Gedanke an ein Interferenz- oder derartiges Phänomen von vornherein ausgeschlossen. Zerfällt die Muskelfaser durch längere Einwirkung der verdünnten Essigsäure in Scheiben, so wird die anisotrope Substanz (d. h. die dunklen Querbänder) gelöst, wogegen die Querlinien sich erhalten. Umgekehrt werden die Membranen durch concentrirte Salpetersäure zerstört, welche die anisotrope Substanz zurücklässt, und die auf diesem Wege entstehenden Scheiben sind mit denjenigen, welche man durch die Einwirkung verdünnter Säuren erhalten kann, keineswegs identisch. Ebenso hat nach dem Gesagten die Querstreifung der lebenden und der genügend mit Essigsäure behandelten Muskelfaser eine ganz verschiedene Bedeutung. An der ersteren waren bisher nur die dunklen Querbänder berücksichtigt; an der letzteren erscheinen mit nicht geringerer Schärfe die Querlinien. Bei der Contraction lebender Muskelfasern kann auf der Längsansicht das Sarcolem an der Ansatzstelle der Querlinien Einkerbungen im Profil, Querrunzeln auf der Fläche zeigen. Dies beweist ein festes Verwachsensein des peripherischen Randes der geschilderten Membranen mit dem Sarcolem. Uebrigens sind auch an vom Sarcolem befreiten Theilen der Muskelfaser die Querlinien, sowie die hellen und dunkeln Querbänder zu unterscheiden, worauf schon Carpenter (1846) und Quekett (1852) hingewiesen haben. Auch Sharpey hat die Querlinien gesehen, hielt sie aber für nicht-constant.

Während in den bisherigen Beschreibungen Querlinien, dunkle Querbänder und Querrunzeln des Sarcolems, die in Reagentien erhalten bleiben können, mit einander confundirt wurden, sind jetzt die mannigfachen Erscheinungsweisen der Querstreifung leicht begreiflich.

Querschnitte der lebenden Muskelfaser ohne Zusatz untersucht zeigen ein Netz von scharfen Linien, welche polygonale Figuren bilden. Dieses Netz ist von Kölliker beschrieben und man darf dasselbe nicht mit anderen, durch Einwirkung von Wasser oder verdünnten Salzlösungen künstlich erzeugten Figuren des Querschnitts von abgestorbenen Muskelfasern verwechseln. Ersteres Netz ist gegen verdünnte Essigsäure resistent; in der Längsansicht zeigen lebende oder mit

verdünnter Essigsäure behandelte Muskeln, die dasselbe darbieten, eine zarte Längsstreifung, welche jedoch von den Querlinien jedesmal unterbrochen wird.

Aus den mitgetheilten und sonstigen Thatsachen ergiebt sich folgender Bau der quergestreiften Muskelfasern. Jede derselben besteht abgesehen vom Sarcolem aus einer sehr grossen Anzahl von Muskelkästchen. Jedes Muskelkästchen enthält ein Muskelprisma, aus der anisotropen Substanz bestehend, welches das Muskelkästchen beinahe ganz ausfüllt. Die Form der Muskelprismen (*sarcous elements*) ist die einer mehrkantigen, oben und unten quer abgeschnittenen Säule, deren Querdurchmesser wechselt, während die Höhe der Muskelprismen wie der Muskelkästchen in der ganzen Wirbelthierreihe beinahe constant ist; die dünnsten Muskelprismen finden sich bei den Säugern. Beide Grundflächen des Muskelprisma's werden von einer dünnen Flüssigkeitsschicht überzogen, als deren Ausdruck in der Längsansicht der Muskelfaser für jede Querschicht von Muskelprismen jedesmal die Hälfte eines hellen Querbandes erscheint. Die Flüssigkeit soll zum Unterschiede von der später zu erwähnenden interstitiellen Flüssigkeit als Muskelkästchenflüssigkeit bezeichnet werden. Umschlossen wird das Muskelprisma an seinen Seitenflächen von der dichtanliegenden Seitenmembran des Muskelkästchens. Diese Membranen erscheinen auf dem Querschnitt der lebenden Muskelfaser als das oben beschriebene Netzwerk von hellen Linien. Die Seitenmembranen der Muskelkästchen endigen in der Längsrichtung der Muskelfaser, indem sie mit den anstossenden beiden Grundmembranen von Muskelkästchen verschmelzen. Dies sieht man am besten an Macerationspräparaten in verdünnter Essigsäure. Während aber jedem Muskelkästchen eine eigene dessen Seiten rings umschliessende Seitenmembran zukommt, ist die Grundmembran, welche der Basis des Muskelprisma's entsprechend eine polygonale Form besitzt, stets je zwei benachbarten Muskelkästchen gemeinsam. Man kann das auch so ausdrücken, dass man sagt: das Muskelkästchen hat nur Eine Grundmembran; an der entgegengesetzten Seite ist es offen, und wird von der Grundmembran des nächstfolgenden Muskelkästchens verschlossen. Hiernach besteht also jedes Muskelkästchen aus einer Grundmembran, einer Seitenmembran, zwei dünnen Schichten der Muskelkästchenflüssigkeit und dem zwischen beiden letzteren gelegenen Muskelprisma.

Weder Fibrillen noch *sarcous elements*, sondern vielmehr die Muskelkästchen sind die primitiven Elementartheile,

aus denen die ganze Muskelfaser in gleich zu erörternder Weise aufgebaut wird. Das Princip von Aneinanderreihung dieser einfachen Elemente der Quere und Länge nach genügt, um die mannigfaltig complicirten Erscheinungsweisen der Muskelfasern mit Leichtigkeit aufzuklären. Die Muskelkästchen sind nämlich in der Querrichtung der Muskelfaser zu regelmässigen Scheiben angeordnet, welche Muskelfächer heissen mögen. Jedes Muskelfach besteht aus einer Grundmembran, die im Profil als Querlinie erscheint. Dann folgt in der Längsansicht der Muskelfaser die eine Hälfte eines hellen Querbandes, dann ein dunkles Querband, dann die Hälfte des nächstfolgenden hellen Querbandes, dann wieder eine Querlinie oder Grundmembran, mit der ein neues Muskelfach beginnt u. s. f. Die Peripherie jedes Muskelfaches wird natürlich von einer entsprechend breiten Abtheilung des Sarcolems gebildet.

Wie oben bemerkt, ist die Seitenmembran eines jeden Muskelkästchens vollkommen in sich abgeschlossen. Dem entsprechend besteht auch die Grundmembran eines jeden Muskelfaches aus einer grossen Anzahl von polygonalen Grundmembranen der Muskelkästchen einer Querreihe, die nach Art eines Mosaikfussbodens sich an einander schliessen. Da die trennenden Grundmembranen der Muskelfächer nur einfach vorhanden sind, so ist der Ausdruck „Muskelfach" bezeichnend, analog den Fächern eines Bücherschrankes.

Zwischen den Ecken der Grundmembranen der Muskelkästchen, sowie zwischen den Seitenmembranen von je zwei benachbarten Muskelkästchen finden sich interstitielle Flüssigkeit und Fetttröpfchen, wenn solche vorhanden sind. Die letzteren zeigen sich auf der Längsansicht verhältnissmässig häufig in den Querlinien selbst eingelagert. Die Kerne, welche im Innern der Muskelfasern bei niederen Wirbelthieren vorkommen, werden von den elastisch ausgespannten Membranen getragen. Auch kann Wasser etc. zwischen die Muskelkästchen eindringen. Auf diese Art zerfällt die Muskelfaser in Fibrillen oder Muskelsäulchen, wie man dieselben neuerdings genannt hat. Am passendsten sind dieselben als Längsreihen von Muskelkästchen zu bezeichnen. Solche entstehen namentlich auch durch Coagulation und Erhärtung jener Muskelkästchenflüssigkeit, als deren optischer Ausdruck die hellen Querbänder erscheinen, mittelst Alkohol, Chromsäure etc. bei gleichzeitiger Verminderung ihres Querdurchmessers in Folge der Wasserentziehung. Dass der Zerfall in Scheiben seltener und nur unter besonderen Umständen vorkommt, erklärt sich jetzt sehr einfach aus dem Umstande, dass die Seitenmembran eines jeden

Muskelkästchens eine besondere ist; die Grundmembran aber je zwei einander in der Längsrichtung der Muskelfaser benachbarten Muskelkästchen gemeinsam angehört. Dass die Grundmembran eines jeden Muskelkästchens von den benachbarten in demselben Muskelfache getrennt ist, und nicht etwa eine Verschmelzung derselben unter einander stattfindet, geht trotz der bei normalen Muskelfasern gleichartigen Beschaffenheit der Querlinien in deren ganzer Ausdehnung einfach aus folgendem Umstande hervor. Sowohl die Querlinien als die Querbänder benachbarter Fibrillen vermögen sich an einander nach der Längsrichtung der Muskelfaser zu verschieben, wenn ein Zerfall in Längsreihen von Muskelkästchen einmal eingetreten ist.

Am besten kann man vielleicht die Muskelfächer den Waben eines Bienenstockes vergleichen, die Wachszellen den Muskelkästchen, wenn die Längsachse der Wachszellen als parallel der Längsrichtung der Muskelfaser gedacht wird, die anisotrope Substanz dem Honig, den man sich aber in festem Zustande und nach den Grundflächen der prismatischen Wachszelle hin mit einer Flüssigkeitsschicht überzogen vorstellen müsste.

Mit Hülfe der Entwicklungsgeschichte lässt sich darthun, dass die Grundmembranen der Muskelkästchen vom Sarcolem her in das Innere der Muskelfaser hineinwachsen. Bei diesen Untersuchungen hat man sich zu hüten, nicht die Kerne der motorischen Endplatte mit denen des Sarcolems zu verwechseln. Die Embryonen der Säuger besitzen nämlich an ihren quergestreiften Muskelfasern ovale Endplatten, die (bei Kaninchen-Embryonen von 35—55 Mm. Länge) aus drei bis vier Kernen bestehen, welche letzteren ausserhalb des Sarcolems liegen. Diese Kern-Anhäufungen sind bisher mit den Sarcolem-Kernen zusammengeworfen worden. (S. Kölliker, Gewebelehre. 1867. Fig. 126. 1. a. 2. a links unten.)

Bei der Contraction zeigt sich, während die hellen Querbänder schmaler werden, eine Annähernng der Querlinien und auch der dunkeln Querbänder oder der Muskelprismen an einander in der Längsrichtung der Faser. Die momentan auftretenden Aenderungen der Form der lebenden Muskelfaser im Ganzen erklären sich, wenn man annimmt, dass die Flüssigkeit innerhalb der Muskelkästchen von den Grundflächen der Prismen nach deren Seiten hin ausweicht, sobald die Muskelprismen benachbarter Muskelfächer, wie kleine Magnete, sich anzuziehen beginnen. Wahrscheinlich bleibt die Form der Muskelprismen, von denen jedes von Flüssigkeit suspendirt in seinem Muskelkästchen schwimmt, während der Contraction

unverändert. Dabei werden die Querlinien d. h. die Grundmembranen der Muskelfächer nur passiv verschoben; in absterbenden Muskelfasern wölben sie sich oft bogenförmig und sind dann besonders deutlich zu erkennen. Dagegen dürfte die Rückkehr der Muskelfaser aus der Form des contrahirten zu derjenigen des ruhenden Zustandes auf den elastischen Kräften der feinen Membranen beruhen, welche, wie gezeigt wurde, im Innern der Muskelfaser nach allen Richtungen hin ausgespannt vorhanden sind.

Weitere Ausführungen, sowie Mittheilungen über analoge Verhältnisse bei Wirbellosen sowie in den glatten Muskelfasern und die Untersuchungsmethoden werden vorbehalten.

Göttingen, den 20. August 1868.

---

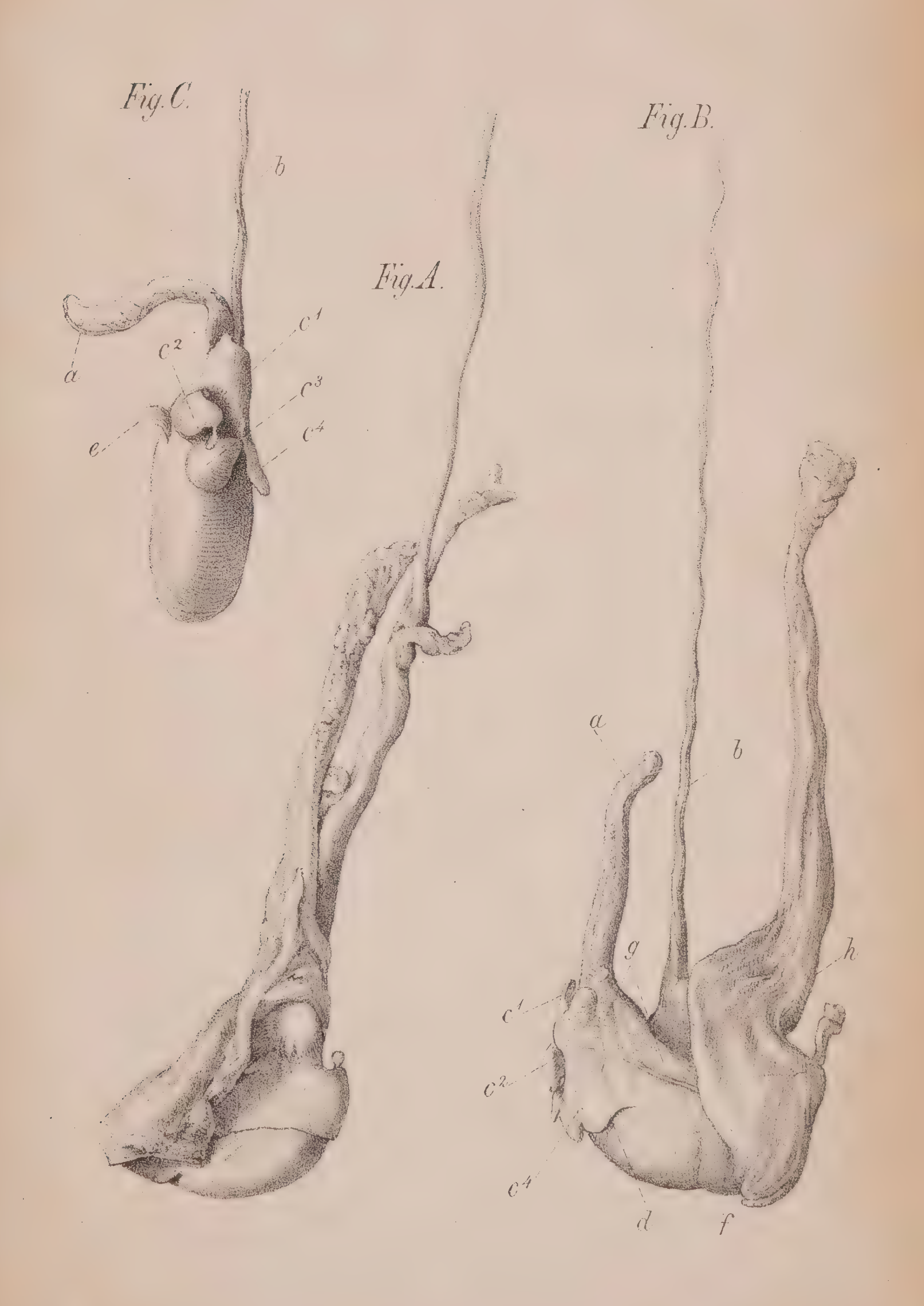
**Nachtrag.** Die quergestreiften und die glatten Muskelfasern des Menschen bestehen ebenfalls aus Muskelkästchen.

---





Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.


Fig. C.
b
a
c1
c2
c3
c4
e
Fig. A.
Fig. B.
a
b
g
h
c1
c2
c4
d
f



---

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

